

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

TESIS DOCTORAL

Diseño, implementación y evaluación de una propuesta formativa sobre indagación para profesorado de Física y Química de Educación Secundaria en formación inicial

Cristina García Ruiz

Dirigida por Dra. Teresa Lupión Cobos y Dr. Ángel Blanco López

2022

Doctorado en Educación y Comunicación Social





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: María Cristina García Ruiz

 <https://orcid.org/0000-0002-9623-7832>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es





UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

TESIS DOCTORAL

Diseño, implementación y evaluación de una propuesta formativa sobre indagación para profesorado de Física y Química de Educación Secundaria en formación inicial

Memoria que para optar al grado de
Doctora en Educación y Comunicación Social por la Universidad de Málaga
presenta en la modalidad de tesis por Compendio de publicaciones

Cristina García Ruiz

Dirigida por Dra. Teresa Lupión Cobos y Dr. Ángel Blanco López

Málaga, 07 de octubre de 2022





UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSITY OF MÁLAGA

FACULTY OF SCIENCE EDUCATION

Department of Mathematics, Social Sciences and Science Education
Science Education

DOCTORAL THESIS

Design, implementation and evaluation of an inquiry teaching proposal for Physics and Chemistry pre-service teachers of Secondary Education

Memory that qualifies for the degree of
PhD in Education and Social Communication from the University of Málaga,
presented in the modality of Doctoral Thesis by Compendium of publications

Cristina García Ruiz

Dr Teresa Lupión Cobos and Dr Ángel Blanco López, supervisors

Málaga, 07th October 2022





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Dra. TERESA LUPIÓN COBOS y Dr. ÁNGEL BLANCO LÓPEZ

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales,

INFORMAN:

Que la memoria adjunta, titulada **“Diseño, implementación y evaluación de una propuesta formativa sobre indagación para profesorado de Física y Química de Educación Secundaria en formación inicial”** que para optar al grado de Doctora en Educación y Comunicación Social presenta D^a. María Cristina García Ruiz, cumple todos los requisitos y ha sido realizada bajo nuestra dirección y tutela.

Considerando que constituye trabajo de Tesis Doctoral en la modalidad de compendio de publicaciones, autorizamos su lectura y defensa pública en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga.

Y para que así conste y tenga los efectos oportunos, firmamos el siguiente informe, en Málaga a 07 de octubre de 2022.

BLANCO
LOPEZ
ANGEL -

Fdo.: Teresa Lupión Cobos

Fdo.: Ángel Blanco López



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

DEDICATORIA

“Alice: Would you tell me, please, which way I ought to go from here?”

The Cheshire Cat: That depends a good deal on where you want to get to.

Alice: I don't much care where.

The Cheshire Cat: Then it doesn't much matter which way you go.

Alice: ...So long as I get somewhere.

*The Cheshire Cat: Oh, you're sure to do that, **if only you walk long enough.**”*

A mi madre, por ser una valiente e iniciarme en el camino.

A Paco, por acompañarme a recorrerlo.

A Mateo y Sofía,
para que sigan el suyo.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AGRADECIMIENTOS

Una vez, leí una frase de Elena Escribano, profesora de Educación Secundaria, que venía a decir que el alumnado era el reflejo de la pasión de sus docentes. Siendo tal el caso, en el recorrido que me ha llevado hasta donde hoy me encuentro, no he podido sino encontrarme con maestras y maestros, mentoras y mentores, a lo sumo, que me han transmitido, con su buen quehacer e interés, esa dedicación. A tod@s y cada un@, gracias, y especialmente a l@s que me dificultaron siempre un poco más la tarea, ya que consiguieron crear en mi ese hábito de superación que tanto me ha aportado, y con cuya implicación y orientación presento mi segunda tesis doctoral.

En esta labor, y siguiendo un orden cronológico, ya que creo firmemente que mi identidad y bagaje anterior han facilitado la incursión en esta, mi nueva área de conocimiento, la Didáctica de las Ciencias Experimentales, quiero agradecer, una vez más, a los profesores F. R. Sarabia, S. V. Ley, y V. K. Aggarwal, por transmitirme una visión real, formal y exhaustiva de la investigación científica, por darme la oportunidad de dejarme hacer lo que siempre quise, empezar a conocer la química orgánica desde el otro lado, *a través del espejo*. Sin su conocimiento y exigencia no habría escogido el tema de la indagación científica como base de la propuesta de este trabajo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores Teresa Lupión y Ángel Blanco, directores de esta Tesis Doctoral. Gracias por vuestra maestría, iniciada en aquel curso del MAES de 2017/2018, que consiguió despertar en mí, nuevamente, la chispa de la investigación, y el interés por adentrarme en un campo desconocido, en el que podía aportar mi pequeña contribución. Sin vuestra ayuda toda esta investigación no habría sido posible, y no tendría la satisfacción de saberme ya parte, esta vez, profesionalmente, de la Universidad de Málaga. Gracias por crear un hogar en el grupo de investigación ENCIC y por vuestra predisposición incansable. Os debo todas las celebraciones que la pandemia nos quitó, y espero que otras muchas que estén por llegar.

A l@s amig@s y compañer@s que me encontré en el camino, por su cariño, consejos y el *saber escuchar* en los momentos necesarios. También a l@s estudiantes que han formado parte, de una u otra manera, de esta investigación, gracias.

Por último, pero no menos importante, a mi familia, y especialmente, esta vez, con permiso de su abuela y de su padre, a los pequeños de la casa. Si en la tesis anterior hubo una mención internacional, esta se ha desarrollado con una doble mención maternal, que en algún momento se ha podido ver resentida por las horas de dedicación. Y a pesar de todo, siempre me reciben con una sonrisa. Gracias Mateo y Sofía por alegrarme los días y dejarnos ser parte de vuestro crecimiento.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

RESUMEN

La promoción de la alfabetización científica de nuestra sociedad constituye un objetivo ambicioso, que se puede alcanzar a través de la interacción de los diferentes actores involucrados. Para lograrlo, resulta fundamental incorporar innovaciones metodológicas dirigidas al desarrollo de las competencias científicas y el aumento de las vocaciones científicas, como el enfoque didáctico de indagación, que supone una transposición didáctica de la investigación científica. A pesar del consenso sobre el valor de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), su aplicación en el aula de ciencias sigue siendo limitada debido a las dificultades que encuentran las y los docentes para su práctica y toda una serie de percepciones docentes al respecto, como suponer que este enfoque complica la gestión del aula, que es incompatible con la extensión de los currículos o que es solo apropiada con alumnado de alta capacidad. Se hace necesario, por tanto, contemplar todos estos aspectos en la formación del profesorado de ciencias desde sus momentos iniciales. Así, el objetivo principal de esta tesis doctoral es la promoción del enfoque de indagación en las profesoras y profesores de ciencias de secundaria en formación inicial (PSFI).

Para ello, se aborda el diseño, desarrollo y análisis de un programa formativo (PF) sobre la ECBI específico para el PSFI de la especialidad de Física y Química. El programa se ha diseñado a partir de las conclusiones más relevantes encontradas en la literatura al respecto, integrando la instrucción en el conocimiento del contenido didáctico sobre indagación, brindando apoyo en el diseño e implementación de este tipo de actividades y favoreciendo su transferencia a la práctica. Se describen las actividades que configuran la propuesta formativa, así como los instrumentos de investigación utilizados y la metodología de análisis, de carácter mixto (cuantitativo-cualitativo). Se examina la relevancia y evolución de las percepciones y emociones sobre la ECBI de los futuros profesores y profesoras de Física y Química, analizando entre otros aspectos, las relaciones entre sus creencias y los procesos de indagación, así como la capacidad de elaborar propuestas de enseñanza-aprendizaje con enfoque indagatorio.

Los resultados muestran, en términos generales, una percepción inicial del PSFI favorable a la indagación como enfoque de enseñanza, reforzada por un perfil emocional positivo, y que el PF diseñado ha contribuido al desarrollo de las habilidades necesarias para el diseño e implementación de actividades de indagación en las aulas de Educación Secundaria. Finalmente, se plantean algunas consideraciones generales sobre la propuesta formativa y los resultados obtenidos, así como la posible continuidad e implicaciones didácticas de la investigación realizada.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ABSTRACT

Promoting scientific literacy in our society is an ambitious goal that could be achieved through the interaction of the different actors involved. For doing so, it is essential to incorporate methodological innovations aimed at developing scientific skills and increasing scientific vocations, such as incorporating the didactic approach of inquiry, a didactic transposition of scientific research. Despite the consensus on the value of inquiry-based science education (IBSE), its application in the science classroom remains limited due to the difficulties teachers encounter in its practice and a whole series of teaching perceptions in this regard, like supposing that this approach complicates the classroom management, that it is incompatible with the extension of the curricula or that it is only appropriate with high ability students. Therefore, it is necessary to consider all these aspects in the pre-service science teachers' training. Hence, the main objective of this Doctoral Thesis is to promote the inquiry approach in pre-service science teachers (PSSTs) of Secondary Education.

For this, we address the design, development and analysis of a training program (TP) on the IBSE teaching specific to Physics and Chemistry PSSTs. The program has been designed based on the most relevant conclusions found in the literature on the matter, integrating instruction in the knowledge of the pedagogical content on inquiry, providing support in the design and implementation of this type of activity and favouring its transfer to practice. The activities that make up the training proposal are described, as well as the research instruments used and the analysis methodology (mixed-methods). The relevance and evolution of the perceptions and emotions about IBSE of the future Physics and Chemistry teachers are examined, analyzing, among other aspects, the relationships between their beliefs and the inquiry processes, as well as the ability to develop a teaching-learning proposal with an inquiry approach.

The results show, in general terms, an initial perception of the PSSTs favourable to the inquiry as a teaching approach, reinforced by a positive emotional profile, and with the TP designed contributing to the development of the necessary skills for the design and implementation of inquiry activities in the Secondary Education classrooms. Finally, some general considerations are raised about the training proposal and the results obtained, as well as the possible continuity and pedagogical implications of the research carried out.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

CONSIDERACIÓN PREVIA: Se hace constar que a lo largo del texto se ha empleado un lenguaje inclusivo, siguiendo las recomendaciones establecidas en la *Guía orientativa para el uso igualitario del lenguaje y de la imagen en la Universidad de Málaga*. No obstante, si en algún caso se utiliza el masculino genérico, este no responde a otras intenciones que las de facilitar una lectura libre de redundancias, además de por motivos de economía y simplicidad lingüística.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
LISTADO DE ACRÓNIMOS	X
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Motivación del estudio	1
1.1.1. La enseñanza de las ciencias basada en la indagación	2
1.1.2. La indagación y la formación inicial del profesorado	3
1.2. Fundamentación teórica	4
1.2.1. Percepciones del PSFI sobre la ECBI	4
1.2.2. Diseño de propuestas formativas para la promoción de la ECBI en PSFI	6
1.2.3. Perfil emocional del PSFI durante la ECBI	8
1.2.4. Metodología de investigación	9
1.2.4.1. Investigación basada en el diseño	9
1.2.4.2. Estudios de caso	10
1.3. Esquema general, preguntas y objetivos de investigación	11
1.3.1. Esquema general de la investigación	11
1.3.2. Preguntas de investigación y objetivos específicos	12
1.3.3. Estudios realizados	13
1.4. Presentación de los trabajos publicados	15
1.4.1. Contribución principal CP1 (estudio 1)	15
1.4.2. Contribución principal CP2 (estudio 2)	16

1.4.3. Contribución principal CP3 (estudio 2)	17
1.4.4. Contribución principal CP4 (estudio 2)	18
1.4.5. Contribución principal CP5 (estudio 3)	19
1.4.6. Contribución principal CP6 (estudio 4)	19
1.5. Referencias	20
RESULTADOS	28
2.1. Resultados del estudio 1	28
2.1.1. Sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la indagación	30
2.1.2. Sobre el enfoque de indagación	32
2.1.3. Sobre las dificultades asociadas al enfoque de indagación	32
2.1.4. Sobre las relaciones entre las percepciones y variables demográficas	34
2.2. Resultados del estudio 2	36
2.2.1. Fundamentación y objetivos del programa formativo	36
2.2.2. Primera versión del programa formativo (estudio piloto)	38
2.2.3. Segunda versión del programa formativo (estudio principal)	41
2.2.4. Tercera versión del programa formativo (optimización)	45
2.3. Resultados de estudio 3	49
2.3.1. Emociones sobre la indagación	50
2.3.2. Percepción sobre el aprendizaje	51
2.3.3. Percepción de la aplicabilidad de la indagación	53
2.3.4. Identificación de perfiles de indagación	54
2.3.4.1. <i>PSFI altamente favorables a la indagación</i>	55
2.3.4.2. <i>PSFI favorables a la indagación</i>	56
2.3.4.3. <i>PSFI ambivalentes a la indagación</i>	57
2.4. Resultados de estudio 4	59
2.4.1. Evolución de las percepciones sobre la ECBI	61
2.4.2. Perfil emocional del PSFI	62
2.4.3. Diseño de propuestas de indagación	64
2.4.4. Análisis por participante	66
2.4.4.1. <i>PSFI3</i>	66
2.4.4.2. <i>PSFI4</i>	67

2.4.4.3. PSFI5	68
2.4.4.4. PSFI6	68
2.4.4.5. PSFI7	69
2.4.4.6. Comparativa global	70
2.5. Referencias	70
CONCLUSIONES	74
3.1. Conclusiones del estudio 1	74
3.2. Conclusiones del estudio 2	76
3.3. Conclusiones del estudio 3	77
3.4. Conclusiones del estudio 4	79
3.5. Referencias	80
CONTINUIDAD E INVESTIGACIONES FUTURAS	83
CONTRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS	85
5.1. Publicaciones	85
5.2. Comunicaciones a congresos	85
ANEXO 1. Contribuciones principales completas	87
A1.1. Contribución principal CP1	87
A1.2. Contribución principal CP2	88
A1.3. Contribución principal CP3	89
A1.4. Contribución principal CP4	90
A1.5. Contribución principal CP5	91
A1.6. Contribución principal CP6	92
ANEXO 2. Cuestionario sobre indagación	93
ANEXO 3. Resultados estadísticos	95
ANEXO 4. Cuestionario valoración estudio piloto	99
ANEXO 5. Cuestionario emociones (I) - rol estudiante	100
ANEXO 6. Cuestionario emociones (II) - rol docente	101
ANEXO 7. Educathon21 - cartelería diseñada	102



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclos iterativos de investigación basada en el diseño de esta tesis	12
Figura 2. Descripción de los estudios realizados en esta investigación	13
Figura 3. Cronograma del proyecto de investigación y publicaciones derivadas	15
Figura 4. Resultados sobre aspectos relacionados con el proceso de E-A	30
Figura 5. Resultados sobre aspectos relacionados con el enfoque de indagación	32
Figura 6. Resultados sobre las dificultades asociadas a la indagación	32
Figura 7. Beneficios y dificultades adicionales aportadas por el PSFI	33
Figura 8. Diferencias en cuanto al grado del acceso al MAES para el ítem I8	35
Figura 9. Diferencias en cuanto al género y la edad para el ítem I14	35
Figura 10. Diferencias en cuanto a la experiencia docente y el ítem I17	36
Figura 11. Diferencias en cuanto a la experiencia docente y los ítems I27 y I28	36
Figura 12. Resultados seleccionados del cuestionario de valoración del estudio piloto	40
Figura 13. Desarrollo de la competencia profesional docente en indagación y su relación con la propuesta formativa. (Adaptado de Constantinou et al., 2018).	42
Figura 14. Estructura del PF, instrumentos de investigación y temporalidad	43
Figura 15. Díptico informativo (presentación y programa) del Educathon21	45
Figura 16. Desafíos de diseño planteados en términos de ODS y estructura de los productos	46
Figura 17. Muestras de los cuestionarios de autoevaluación, co-evaluación y valoración de la jornada	47
Figura 18. Perfil emocional expresado por el PSFI en las diferentes fases del Educathon21	48
Figura 19. Frecuencia de emociones positivas y negativas y porcentaje por etapas	51
Figura 20. Valoraciones del PSFI asociadas al aprendizaje adquirido antes y después de realizar la actividad de indagación	52

Figura 21. Valoraciones del aprendizaje adquirido por etapas antes y después de realizar la actividad de indagación	53
Figura 22. Emociones y valoraciones de los PSFI altamente favorables a la indagación	55
Figura 23. Emociones y valoraciones de los PSFI favorables a la indagación	56
Figura 24. Emociones y valoraciones de los PSFI ambivalentes	58
Figure 25. Comparación del pre/post test sobre ECBI y ganancia total	62
Figura 26. Perfil de emociones tras completar la tarea 1	63
Figura 27. Perfil de emociones tras completar la tarea 2	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de trabajos revisados (2001-2020) sobre percepciones de indagación del PSFI	5
Tabla 2. Perfil del PSFI participante en el estudio 1	30
Tabla 3. Sesiones, contenidos y su relación con los objetivos didácticos del PF	41
Tabla 4. Preguntas directoras de la reflexión sobre la actividad de indagación	50
Tabla 5. Frecuencia de emociones por etapas y representación porcentual	50
Tabla 6. Valoración del PSFI sobre el aprendizaje adquirido acerca del proceso de indagación	51
Tabla 7. Frecuencia de análisis de códigos	54
Tabla 8. Relaciones entre percepción de aplicación de la indagación, emociones y percepción de aprendizaje	59
Tabla 9. Perfil del PSFI participante en el estudio de caso	60
Tabla 10. Frecuencia de menciones a indagación por categoría y PSFI	64
Tabla 11. Frecuencia de códigos analizados según la instrucción recibida en ECBI	65
Tabla 12. Resumen de resultados para PSFI3	67
Tabla 13. Resumen de resultados para PSFI4	68
Tabla 14. Resumen de resultados para PSFI5	68
Tabla 15. Resumen de resultados para PSFI6	69
Tabla 16. Resumen de resultados para PSFI7	69
Tabla 17. Resumen de resultados del estudio de caso	70



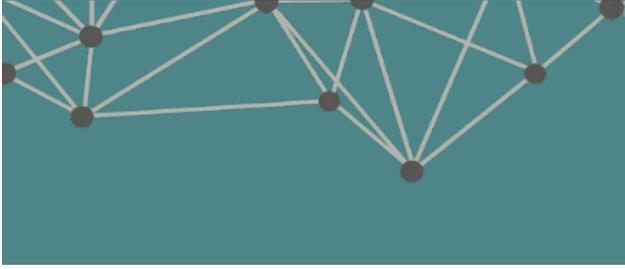
UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

LISTADO DE ACRÓNIMOS

DCE	Didáctica de las Ciencias Experimentales
DE	Desviación estándar
E-A	Enseñanza-Aprendizaje
ECBI	Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación
ESO	Educación Secundaria Obligatoria
CTSA	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente
H	Prueba estadística de Kruskal-Wallis
IBD	Investigación Basada en el Diseño
M	Media o esperanza matemática
MAES	Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas
MEC	Ministerio de Educación y Ciencia
NRC	National Research Council
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PF	Programa Formativo
PSFI	Profesor/a/as/es/ado de Secundaria en Formación Inicial
TFG	Trabajo Final de Grado
TFM	Trabajo Final de Máster
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
U	Prueba estadística de Mann-Whitney



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Aprendes mejor cuando tienes algo que te importa y en lo que te gusta participar.

Traducido de *Howard Gardner*

1.1. Motivación del estudio

Las complejidades de la vida y el trabajo en el siglo XXI hacen imprescindible proporcionar una sólida formación científica durante la educación obligatoria que garantice preparar a las personas para la empleabilidad a lo largo de la vida (European Commission, 2015). Las demandas educativas de la sociedad actual requieren que los estudiantes se conviertan en auténticos agentes de cambio, con capacidad para impactar de forma positiva en su entorno, comprendiendo las intenciones, acciones y sentimientos de los demás, y anticipando las consecuencias a corto y largo plazo de sus decisiones (Schleicher, 2018). Dado que la educación científica de calidad se basa en conectar lo que se enseña en el aula y el mundo que nos rodea, resulta necesario despertar la vocación científica aprendiendo a actuar y pensar como un científico, comprendiendo la naturaleza de la ciencia (Hampden-Thompson y Bennett, 2013). Así, entre las competencias necesarias para la formación del siglo XXI, destacan aquellas habilidades de carácter cognitivo y meta-cognitivo (pensamiento crítico, pensamiento creativo, aprender a aprender o autorregulación), social y emocional (empatía, autoeficacia y colaboración), práctico y físico (uso de nuevos dispositivos de tecnología de la información y la comunicación), conjuntamente con actitudes y valores relacionados con la motivación, el respeto por la diversidad o la confianza. Además de estos aspectos, es necesario una actuación integrada que

contemple tanto interconexiones como interrelaciones entre ideas, lógicas y posiciones contradictorias o incompatibles, algo que puede denominarse como *aprender a pensar en sistemas* (Schleicher, 2018).

Sin embargo, en los últimos años, uno de los problemas que más preocupan a la comunidad de investigadores y docentes relacionados con la educación científica es la desmotivación del alumnado, lo que conlleva un desinterés por la cultura científica, así como una falta de vocación tanto para la práctica científica o para el desarrollo de trabajos en áreas relacionadas con la ciencia y la tecnología (Lupi3n-Cobos y Mart3n-G3mez, 2016). Con relativa frecuencia, uno de los factores que provocan el desapego y la escasa valoraci3n del alumnado hacia las materias cient3ficas es la ausencia de conexiones entre la ciencia escolar y la realidad de los j3venes (Gilbert et al., 2011), as3 como la desinformaci3n sobre la importancia de la ciencia para una amplia gama de profesiones (Organization for Economic Cooperation and Development Organization[OECD], 2017).

Diferentes informes europeos (PISA, TIMSS, ROSE) han mostrado la importancia de la alfabetizaci3n cient3fica como base para el desarrollo social y econ3mico de una ciudadan3a responsable, referente en innovaci3n, emprendimiento y competitividad. De esta forma, es imprescindible dotar a los futuros ciudadanos y ciudadanas de las habilidades y comprensi3n de los principios cient3ficos para tomar decisiones acertadas en los 3mbitos laboral, sanitario o medioambiental (Romero-Ariza et al., 2020).

As3, desde hace unos a3os, el desarrollo de estas capacidades y formas innovadoras de conectar la ciencia con la sociedad es una prioridad en las pol3ticas y programas educativos. Hacer la ciencia m3s atractiva para los j3venes est3 directamente relacionado con el aumento del inter3s social por la innovaci3n y el desarrollo de un mayor n3mero de actividades de investigaci3n. Mejorar la alfabetizaci3n cient3fica de nuestra sociedad es, de hecho, un objetivo ambicioso, que se puede alcanzar a trav3s de la interacci3n de los diferentes actores involucrados (sistema educativo, universidad, profesorado y alumnado, museos y centros de ciencia u organismos de investigaci3n). Pero para abordar este problema, es necesario promover una renovaci3n de la educaci3n cient3fica, que abogue por fortalecer la aplicaci3n de contenidos en contextos diversos y relevantes para el alumnado (Fensham, 2009; Gilbert, 2006; Pilot y Bulte, 2006). Por tanto, solo a trav3s de las innovaciones metodol3gicas, ser3 posible potenciar el desarrollo de las competencias cient3ficas y el aumento de las vocaciones cient3ficas (Rodr3guez et al., 2019).

1.1.1. La ense3anza de las ciencias basada en la indagaci3n

En la educaci3n cient3fica actual, diferentes instituciones e iniciativas educativas internacionales recomiendan encarecidamente el uso de metodolog3as activas que permitan identificar y abordar problemas de investigaci3n, conduciendo al descubrimiento de soluciones e innovaciones que ayuden a colocar la ciencia en la vida cotidiana, como la indagaci3n (Lederman et al., 2013).

El National Research Council define la indagaci3n como “una actividad multifac3tica que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de informaci3n para ver lo

que ya se sabe a la luz de la evidencia experimental; usar herramientas para recopilar, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados. La indagación requiere la identificación de supuestos, el uso del pensamiento crítico y lógico y la consideración de explicaciones alternativas. (National Research Council [NRC], 1996, p. 23).

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) engloba una serie de metodologías centradas en el alumnado, que construye y reconstruye socialmente su aprendizaje a través de la interacción con el entorno (Pedaste et al., 2015) e incluyen la resolución de problemas reales y contextualizados (Heindl, 2018; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

En la literatura podemos encontrar numerosos trabajos sobre cómo la indagación tiene un impacto positivo en los resultados cognitivos y actitudinales del alumnado (Marshall y Alston, 2014), no solo a nivel de conocimiento y razonamiento sino también en sus actitudes hacia la ciencia (Chen et al., 2014), fomentando actitudes que promuevan un aumento de vocaciones hacia carreras científico-tecnológicas (Sjøberg, 2019). Así, la indagación se convierte en una práctica adecuada para comprender la naturaleza de la ciencia, brindando una visión del mundo científico a las y los estudiantes, involucrándolos en la práctica científica y favoreciendo la transferencia de conocimiento (Abd-El-Khalick et al., 2004). Todo esto significa que, junto con los múltiples beneficios también descritos para el profesorado, la ECBI podría considerarse un enfoque prometedor para llevar la ciencia en contexto a la vida escolar (Marshall y Alston, 2014; Moraga et al., 2019).

1.1.2. La indagación y la formación inicial del profesorado

A pesar del consenso sobre el valor de la ECBI, su aplicación en el aula de ciencias sigue siendo limitada (Fitzgerald et al., 2017) debido a las dificultades que encuentran las y los docentes para su práctica (aumento de la carga de trabajo, resistencia del alumnado, mayor responsabilidad, entre otros) (Romero-Ariza et al., 2020). Asimismo, su reducida implementación está relacionada con toda una serie de percepciones docentes al respecto (Roehrig y Luft, 2004; Yoon y Kim, 2016), como suponer que la ECBI complica la gestión del aula, que es incompatible con la extensión de los currículos o considerar que es solo apropiada con alumnado de alta capacidad (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016).

Así pues, la aplicación de la indagación en el aula sigue siendo un desafío, ya que implica un cambio en el rol docente hacia acciones que lo conviertan en guía y motivador, investigador, mentor o colaborador (Crawford, 2014). Este cambio de paradigma plantea toda una serie de dilemas al profesorado, en su mayoría arraigados en creencias y percepciones que, como señalan Binns y Popp (2013), afectan su propia identidad, influyen en sus decisiones y estrategias pedagógicas, y pueden ser un obstáculo para la práctica de la ECBI. La construcción de estas creencias tiene su origen tanto en la formación inicial que reciben como futuros docentes (en algunos casos, también en sus experiencias como estudiantes), como en su práctica profesional, con una persistencia difícil de modificar y cuya influencia está directamente relacionada con el aprendizaje del alumnado (Lumpe et al., 2012). En general, aquellos docentes que han experimentado una educación científica inclusiva y

colaborativa se convierten en verdaderos promotores y entusiastas del aprendizaje indagatorio, creando altas expectativas y transmitiendo la motivación por el aprendizaje científico (Clarke et al., 2006). Desde esta perspectiva, se asume que, al igual que con el alumnado, los diferentes puntos de partida de las profesoras y profesores de Educación Secundaria en formación inicial (PSFI) deben ser tenidos en cuenta en los programas de formación inicial (Tiberghien et al., 2018), ajustando las ayudas para que este profesorado adquiera la confianza, el conocimiento y las habilidades pedagógicas necesarias para abordar los procesos de indagación con su alumnado.

Habida cuenta de lo expuesto en estos primeros párrafos, y conocidas las dificultades que presenta el profesorado en formación inicial a la hora de implementar metodologías activas de aprendizaje como la indagación (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015), la presente tesis doctoral plantea realizar un estudio completo dirigido al diseño, implementación y evaluación de una propuesta formativa que permita a los estudiantes del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MAES) de la especialidad de Física y Química entender los procesos indagatorios en el aula de ciencias y elaborar programaciones didácticas que incluyan esta metodología en su desarrollo.

1.2. Fundamentación teórica

A continuación se expone la fundamentación teórica sobre la que se cimienta esta investigación, orientada desde las siguientes perspectivas:

- Las percepciones iniciales del PSFI sobre la ECBI y su persistencia, a partir de las cuales se pueden originar dificultades para adoptar el enfoque de indagación en la práctica docente y que han de ser consideradas como punto de partida para el diseño de programas de formación específicos.
- El diseño e implementación de programas formativos dirigidos a la promoción de la ECBI.
- El perfil emocional experimentado por el PSFI en su proceso formativo, dada la repercusión que su diagnóstico y autorregulación tienen en el proceso de enseñanza de la indagación.

Finalmente, se abordan algunas características propias de la investigación basada en el diseño y de los estudios de caso como enfoque metodológico utilizado en la última etapa de esta tesis para el análisis pormenorizado de las tres perspectivas anteriores (percepciones, formación y perfil emocional) en su conjunto.

1.2.1. Percepciones del PSFI sobre la ECBI

La investigación de esta tesis doctoral se inicia con una revisión bibliográfica de las percepciones del PSFI con respecto a la indagación y su uso en las clases de ciencias. Conocida la complejidad en la definición del concepto de percepciones (Mansour, 2015), en este trabajo se empleará para caracterizar la unidad idiosincrásica de pensamientos que inciden en la práctica docente. Así, se considerará tanto el conocimiento sobre el proceso de indagación como las creencias de autoeficacia, referidas como la capacidad para implementarlo con éxito, provocando un impacto positivo en el

desempeño de los estudiantes (McKeown et al., 2015). Por lo tanto, en este estudio se utilizará el término percepciones en un sentido amplio que incluye actitudes, creencias, puntos de vista y concepciones.

Durante las últimas dos décadas, muchas publicaciones se han centrado en las percepciones de los futuros docentes sobre la indagación, aunque solo algunas de ellas están relacionadas explícitamente con el PSFI (tabla 1). Los factores analizados en estos estudios se pueden categorizar en cuatro grandes dimensiones: la comprensión del enfoque indagatorio (APR), el proceso de enseñanza-aprendizaje indagatorio (EAI), las dificultades de su implementación (DIF), u otros aspectos asociados, como la influencia de los programas de desarrollo profesional de investigación específica (DES). Como muestra la tabla 1, los trabajos se distribuyen por igual entre estudios cualitativos y cuantitativos, en su mayoría con datos de triangulación de varios instrumentos (cuestionarios, entrevistas o producciones, entre otros).

Tabla 1. Resumen de trabajos revisados (2001-2020) sobre percepciones de indagación del PSFI

Autoras/es	Año	País	N	Instrumentos	Tipología estudio	Dimensiones
Suters et al.	2002	EEUU	8	E	Cual.	DES
Lotter	2004	EEUU	13	Q, R	Cual.	DIF
Windschitl	2004	EEUU	14	DO, E, R	Cual.	EAI
Qabland	2008	EEUU	12	Q, DO, E, R	Cual./Cuant.	EAI
Abril et al.	2014	España	36	Q	Cuant.	APR/DIF
Elster et al.	2014	Alemania	44	Q, E, DO	Cual./Cuant.	DES
Mong et al.	2014	EEUU	6	Q, R	Cual.	DES
Çalik et al.	2015	Turquía	117	Q, P	Cuant.	APR
Krämer et al.	2015	Alemania	32	Q, P	Cuant.	EAI
Rodríguez-Arteche et al.	2016	España	17	P	Cual.	APR
Cian et al.	2017	EEUU	4	Q, E	Cual.	EAI
Rodríguez-Arteche et al.	2017	España	24	Q, T	Cuant.	APR
Nuangchalerm	2017	Tailandia	10	Q, DO, E	Cuant.	EAI
Seroussi et al.	2017	Israel	23	E	Cual.	DES
Herranen et al.	2019	Noruega	5	E P	Cual.	APR/EAI
Romero-Ariza et al.	2020	España/RU	129	Q, E	Cual./Cuant.	APR/EAI/DIF
Baykara et al.	2020	Taiwan/Turquía	168	Q, E	Cual.	APR

N: número de participantes; *Instrumentos*: E: entrevistas; DO: diario observación; P: producciones; Q: cuestionarios; R: reflexiones; T: tareas. *Análisis*: Cual.: cualitativo; Cuant.: cuantitativo. *Dimensiones*: APR: aproximación indagación; DES: programas de desarrollo profesional indagación; DIF: dificultades implementación indagación; EAI: proceso E-A indagación.

En cuanto al concepto de indagación (APR), las investigaciones muestran una falta de comprensión de las etapas del proceso indagatorio, en particular las dedicadas al diseño de estrategias de resolución y análisis de resultados, mostrando el PSFI problemas a la hora de discernir correctamente entre actividades de investigación y experimentales (Baykara y Yakar, 2020; Çalik et al., 2015; Herranen et al., 2019; Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016, 2017).

Al referirnos al proceso de enseñanza-aprendizaje (EAI), destacan los resultados sobre el rol docente durante la indagación, demostrando que existe desconfianza tanto en las habilidades docentes del PSFI como en las herramientas para apoyar la investigación de su alumnado y orientarlo hacia el análisis de los resultados y la elaboración de conclusiones (Cian et al., 2017; Krämer et al., 2015; Nuangchalerm, 2017; Qablan, 2008; Windschitl, 2004).

Otro de los aspectos analizados son los inconvenientes (DIF) que el PSFI asocia al uso del enfoque de indagación, destacando los factores relacionados con la planificación y evaluación de las actividades de indagación, la gestión del aula o los recursos y restricciones del sistema educativo (Abril et al. , 2014; Lotter, 2004; Romero-Ariza et al., 2020). Aunque existe un consenso sobre el efecto positivo en la motivación del alumnado, estos trabajos muestran cómo no es así con respecto a los resultados de aprendizaje.

Varios estudios también analizan la relación entre los programas de desarrollo profesional docente (DES) y su impacto en las percepciones de indagación (Elster et al., 2014; Mong y Ertmer, 2014; Seroussi et al., 2017; Suters et al., 2002), demostrando cómo, a largo plazo, contribuyen a la construcción de conocimientos de contenido pedagógico, ofreciendo excelentes oportunidades para observar y comprender el proceso de aprendizaje de las ciencias.

Con todo lo planteado sobre la influencia y persistencia de las percepciones del PSFI acerca de la indagación, y conociendo el desafío que representa para estos futuros docentes de Educación Secundaria su práctica en el aula, parece necesario, ante la incorporación de cualquier innovación didáctica dirigida a la promoción de la ECBI, conocer el nivel inicial de sus percepciones y considerarlo en el desarrollo de las acciones formativas, tal y como se plantea a lo largo de esta tesis.

1.2.2. Diseño de propuestas formativas para la promoción de la ECBI en PSFI

Frecuentemente, los programas formativos para PSFI se enfocan en la instrucción directa sobre información o habilidades pedagógicas, lo que provoca problemas comparables a los que se observan con el conocimiento del contenido científico, como la falta de personalidad, la baja motivación y la falta de coincidencia entre la teoría y la práctica (Cobern et al., 2010).

Además, algunos autores señalan cómo las opiniones de los docentes sobre lo que es apropiado o no resultan más eficaces para guiar su práctica que las teorías educativas, lo que muestra la ineficiencia de la instrucción directa en la transferencia del conocimiento pedagógico, a menos que el PSFI acepte el conocimiento intrínsecamente (Wang y Buck, 2016).

El éxito de la enseñanza de la indagación requiere que el profesorado comprenda la naturaleza del proceso mismo, integrando la indagación científica y cómo el alumnado incorpora estos procesos (Lotter et al., 2006). Todos estos factores, junto con el largo tiempo necesario para convencer al PSFI de adoptar un enfoque de indagación y adquirir tanto las competencias como las actitudes favorables hacia él, hace que el proceso de formación docente sea un verdadero desafío para las y los formadores.

Consecuentemente, para lograr el éxito en el proceso de formación docente, una estrategia central es involucrar al PSFI en actividades de indagación con preguntas significativas generadas a partir de sus propias experiencias, para desarrollar una comprensión completa y fundamentada de cómo los científicos y científicas estudian el mundo natural (Constantinou et al., 2018). Para ello, algunas recomendaciones dadas por diferentes autores incluyen involucrar al PSFI en el uso de

estrategias de cuestionamiento, la planificación del grado de andamiaje, la orientación de la discusión adecuada o el diseño de métodos de evaluación formativa, entre otros (Barrow, 2006).

Adicionalmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en una valiosa herramienta educativa que facilita el proceso de E-A no solo del alumnado, sino del profesorado en formación inicial, que precisa de su utilización eficaz para adquirir el desarrollo profesional docente acorde a las demandas de la sociedad tecnológica en la que nos encontramos. En el caso de la indagación, las herramientas TIC se postulan como imprescindibles para llevar a la práctica este tipo de metodologías.

El uso de las TIC puede desempeñar un papel importante en el ámbito de la indagación para los principales actores implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, docentes y alumnado. En el caso del profesorado, las TIC contribuyen a la formación de docentes de perfil CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente), mejorando su perfil profesional y sirviendo de apoyo a la implementación de la indagación en el aula. Por otro lado, el alumnado consigue mejorar no solo la búsqueda, análisis y presentación de los datos, sino las habilidades de pensamiento de orden superior, facilitando el uso de grupos cooperativos y permitiéndole centrarse en la aplicación del conocimiento en lugar de en la adquisición del mismo (Hopson et al., 1994).

Por otro lado, en el contexto actual de docencia, el cambio hacia escenarios virtuales de los últimos años ha promovido el desarrollo de estrategias de E-A innovadoras, que permiten reproducir, en la medida de lo posible, la interacción propia de una docencia presencial a través de múltiples herramientas dirigidas a favorecer el diálogo (Childers y Jones, 2017). Dado que la innovación requiere de un proceso de ideación continuo, resulta fundamental promocionar acciones encaminadas a la generación de nuevas ideas, proporcionando un espacio para el diálogo y la reflexión en torno a la creación de secuencias didácticas (Lupión-Cobos y Gallego-García, 2019).

Esta innovación, referida a los métodos de aprendizaje y enseñanza, se potencia mediante el aprendizaje colaborativo en red, habitualmente en entornos multidisciplinares. Bajo estas premisas, durante las últimas dos décadas han comenzado a emerger los denominados *hackathons*, eventos adaptados del mundo empresarial, focalizados en el área de las nuevas tecnologías y utilizados como un medio práctico para mejorar el aprendizaje y la motivación (Maaravi, 2018)

Los *hackathons* son eventos derivados del ámbito tecnológico en el que los participantes forman equipos de trabajo en torno a diferentes desafíos y buscan soluciones innovadoras de forma colaborativa, presentándolas formalmente al final de la sesión y evaluando la viabilidad de estas, en términos de adecuación al problema, diseño e innovación. De esta forma se incorporan características innovadoras, como la cooperación a nivel de equipo o el lanzamiento de productos a través de presentaciones condensadas (Suominen et al., 2018).

Aunque su aplicación en el ámbito de la enseñanza es todavía limitada, con algunas experiencias aplicadas en Educación Superior (Islind y Norström, 2020; Kuznecova et al., 2020; Steglich et al., 2020), los principios básicos del *hackathon*, relacionados con la intensidad, el trabajo colaborativo o

el abordaje de proyectos de la vida real, contextualizados, pueden aplicarse con éxito a otras disciplinas, como la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), con algunos estudios que han demostrado que los *hackathons* facilitan el aprendizaje colaborativo a través de la indagación (Kienzler y Fontanesi, 2017).

Los factores determinantes para la formación en la ECBI, así como el uso de entornos TIC enriquecidos e innovadores son, por tanto, aspectos considerados en la investigación aquí realizada.

1.2.3. Perfil emocional del PSFI durante la ECBI

Con bastante asiduidad, en la investigación en DCE, los aspectos afectivos y emocionales quedan relegados a un segundo plano (Mellado et al., 2014), por detrás de factores cognitivos, a pesar de ser también importantes en el proceso de E-A de conocimientos concretos (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2007). Considerando la repercusión de la competencia emocional del alumnado en su aprendizaje, es también fundamental conocer la respuesta emocional del profesorado, para proporcionarle herramientas que le permitan diagnosticar y autorregular las emociones derivadas de su proceso de enseñanza (Mellado et al., 2014).

La dimensión emocional vinculada al enfoque de indagación como estrategia metodológica y su inclusión en la formación inicial, ha comenzado a explorarse recientemente, con algunos estudios llevados a cabo con profesorado de primaria (Alvarado et al., 2019; Sánchez-Martin et al., 2018), y de secundaria (Jiménez-Liso et al., 2019). En general, los resultados alcanzados por Alvarado et al. (2019) y Jiménez-Liso et al. (2019) son convergentes, describiendo ambos un dominio de las emociones positivas asociadas a la realización de actividades o secuencias de indagación en los cursos de formación. Esto demuestra el efecto favorecedor de aplicar este tipo de estrategias con el profesorado en formación inicial, ya que contribuyen a un conocimiento y autorregulación emocional en las y los docentes que ayuda a minimizar el posible rechazo que puedan experimentar hacia la puesta en práctica de este tipo de actividades, consecuencia de emociones negativas como la frustración, el aburrimiento o la ira (Tomas et al., 2016). En este sentido, estos autores señalan la necesidad de hacer consciente al profesorado, a través de la reflexión, de la conectividad entre su perfil emocional y su futura identidad docente.

Sendos estudios longitudinales (Alvarado et al., 2019; Jiménez-Liso et al., 2019), en los que se valoró la experiencias de los participantes antes y después de realizar la indagación, coinciden al destacar “interés” y “satisfacción” como las emociones positivas mayoritarias, afianzando el hecho de que la indagación se percibe como un enfoque motivador hacia el aprendizaje, actuando a su vez como un catalizador en las interacciones e intercambios emocionales (Alvarado et al., 2019).

Jiménez-Liso et al. (2019) además profundizan en las emociones negativas, y destacan la “inseguridad” en los momentos anteriores a la indagación realizada, asociada a las etapas de formulación de hipótesis, justificación, análisis y predicción de los resultados, entre otras. En su trabajo constatan cómo a lo largo del tiempo esa emoción da paso a la “confianza” y “satisfacción”,

infiriendo por tanto un carácter no tan negativo en esa inseguridad que acompaña al desarrollo del nuevo aprendizaje.

Sánchez-Martín et al. (2018) analizan la respuesta emocional (en este caso, de profesorado de primaria en formación inicial) al abordar diferentes estrategias innovadoras, diferenciando, en su caso, la indagación (a la que se refiere como "investigación guiada") de las actividades prácticas de laboratorio tipo "receta", que muchos docentes suelen considerar como indagación (Constantinou et al., 2018). En ambas estrategias, se identifica un cierto porcentaje de "rechazo" (del 5%), que además en el caso de la indagación, lleva asociado un menor porcentaje de emociones positivas, y que atribuyen a la complejidad que implica la resolución de problemas de investigación, aspecto ausente en una actividad de laboratorio de carácter meramente reproductivo.

Así, las emociones asociadas al conocimiento didáctico del contenido del PSFI (que integra componentes como el conocimiento sobre el currículo, las estrategias de enseñanza o la evaluación, entre otros), pueden derivar en dificultades para incorporar cambios didácticos de carácter innovador, como la indagación, condicionando por tanto su rol docente y su futura puesta en práctica (Zembylas, 2004). Resulta por tanto esencial incorporar el estudio del perfil emocional en los programas de formación inicial, como se muestra durante la investigación llevada a cabo en esta tesis.

1.2.4. Metodología de investigación

En esta tesis doctoral se han utilizado la investigación basada en el diseño (IBD) y los estudios de caso como metodologías de investigación. A continuación, se describen las características más relevantes de ambas.

1.2.4.1. Investigación basada en el diseño

Esta tesis doctoral plantea una metodología de investigación en DCE basada en el diseño (Cobb et al., 2003), entendida como aquella que analiza las *ecologías de aprendizaje* (sistemas complejos de interacciones entre docentes, estudiantes y contextos) que apoyan el proceso del aprendizaje, en este caso, del PSFI. Dichas *ecologías de aprendizaje* se basan en teorías de aprendizaje, producen cambios medibles en el aprendizaje de los estudiantes, generan principios de diseño que guían el desarrollo de herramientas de instrucción y se promulgan mediante experimentos de enseñanza iterativos y extendidos.

La investigación basada en el diseño (IBD) es un enfoque metodológico (Juuti y Lavonen, 2006) alineado con los métodos de investigación de las áreas de la ingeniería o la física aplicada, donde los productos se diseñan para propósitos específicos (Kelly, 2014). Así, aunque parece existir un consenso en la literatura sobre el carácter cíclico de la IBD (McKenney y Reeves, 2018), sí hay una cierta libertad en las etapas que conforman cada ciclo (Easterday et al., 2014), al englobar la IBD un amplio espectro de enfoques de investigación de corte cualitativo que comparten como finalidad el diseño de ambientes educativos innovadores (Rodríguez y Blanco, 2021).

Consecuentemente, en DCE, se procede (de forma análoga a la investigación en ingeniería) a través de las siguientes etapas progresivas:

- Identificación de un problema de estudio (por ejemplo, un desafío de aprendizaje particular), definiendo en esta fase los fundamentos teóricos que guían la investigación.
- Diseño de una posible solución al problema en forma de acciones formativas, soportadas por la teoría e investigaciones previas, y considerando las indicaciones dadas por el currículum correspondiente.
- Implementación de la propuesta formativa en el aula para analizar si origina un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, con evidencia emergente de su efectividad (o falta de ella) y revisando progresivamente la propuesta según se requiera (Collins et al., 2004).
- Evaluación, a través de un análisis retrospectivo y reflexión sobre los resultados de la experiencia (tanto en términos de calidad del diseño como resultados de aprendizaje del alumnado, en términos de comprensión y adquisición de habilidades científicas) e identificación de aquellas características de la propuesta formativa que tuvieron éxito (o no) en el abordaje del problema de estudio inicial, derivando así implicaciones teóricas subyacentes.

A partir de aquí, se genera un nuevo ciclo de investigación de diseño, implementación y análisis, refinando de esta forma la propuesta formativa original.

A diferencia de otro tipo de investigaciones llevadas a cabo dentro de la DCE, en la IBD se distingue un esfuerzo por la comprensión de la enseñanza en el aula íntimamente ligada al contexto (Guisasola et al., 2021), focalizándose por tanto en el desarrollo de teorías de intervención en el aula que caractericen el diseño en la práctica (Bell, 2004). Como consecuencia, la IBD lleva asociada cambios a nivel local, apoyando de esta forma el rigor metodológico y los modelos epistemológicos de la filosofía pragmática (Phillips, 2006), es decir, dando valor a la capacidad para producir cambios en el mundo real.

1.2.4.2. Estudios de caso

Los procesos de formación del profesorado pueden ser investigados desde distintas perspectivas que aportan facetas complementarias entre sí. Entre las posibles formas de abordarlos se utilizan, cada vez más, un conjunto de enfoques o métodos diversos que suelen englobarse bajo la denominación genérica de “perspectiva o aproximación cualitativa” (Sandín, 2003). Bajo la denominación de investigación cualitativa se engloba un conjunto de disciplinas, tradiciones y pluralidad metodológica, lo que hace difícil reducir su caracterización a una simple definición (Tójar, 2006). No obstante, algunas de sus características más destacadas son la visión humanística, la transdisciplinariedad, la pluralidad metodológica, o el compromiso ético con la mejora, entre otras.

La aproximación cualitativa en la investigación educativa posibilita entender cómo suceden los procesos formativos, cuáles son las motivaciones y determinaciones que están detrás del comportamiento de los sujetos y actuar en consecuencia. Para ello, los investigadores cualitativos estudian los fenómenos sociales en sus contextos locales tratando de darles sentido e interpretándolos desde las experiencias de los propios participantes (Denzin y Lincoln, 2012).

La perspectiva cualitativa se ha consolidado como una alternativa de investigación válida, y a veces única, para conocer la realidad educativa, y en particular para analizar el complejo sistema de relaciones que se producen en un contexto educativo, pues procura información relevante y significativa desde la perspectiva de los propios sujetos mediante diferentes técnicas y métodos de indagación, con el propósito de analizarla, codificarla, categorizarla y relacionarla, a fin de comprenderla, describirla e interpretarla (Ruiz, 2011).

Entre los diversos enfoques posibles de investigación cualitativa se ubican los estudios de caso, que se utilizan en esta tesis. Según Stake (2005), los estudios de caso buscan alcanzar una mayor comprensión de la realidad objeto de estudio, indagar en un determinado fenómeno, situación o colectivo o aclarar un tema o cuestión. Para este autor, el carácter distintivo de esta metodología es su foco en la particularidad y singularidad, la explicación o descripción de cada caso dentro de su contexto natural de actuación. Se trata, por tanto, de construir ejemplificaciones específicas diseñadas para ilustrar un principio más general (Cohen et al., 2007). Los estudios de caso proporcionan así ejemplos únicos de personas y situaciones reales, permitiendo una mayor comprensión y claridad de ideas en aquellas situaciones no susceptibles de análisis numérico (Nisbet y Watt, 1984).

De forma sintetizada, la literatura sobre estudios de caso establece una serie de señas de identidad, que se describen a continuación (Hitchcock y Hughes, 1995):

- Se ocupa de una descripción rica y vívida, proporcionando una narración cronológica de los acontecimientos relevantes para el caso.
- Combina una descripción de eventos específicos con el análisis de los mismos.
- Se enfoca en actores individuales o grupos de actores, y busca comprender sus percepciones de los eventos.
- La persona que realiza la investigación está involucrada íntegramente en el caso, e intenta plasmar su riqueza en la redacción del informe.

Todos estos aspectos, junto con las posibles fortalezas (como la exposición de características únicas que a mayor escala podrían diluirse, o la aceptación y construcción de eventos imprevistos y variables no controladas, entre otras) y debilidades (como la falta de generalización de los resultados, o la tendencia a los problemas de sesgo por la persona que realiza la investigación) (Nisbet y Watt, 1984) se han tenido en cuenta en los ejemplos planteados con el PSFI de esta investigación. Y particularmente en el análisis en el que convergen las tres perspectivas antes mencionadas (percepciones del PSFI, formación y perfil emocional).

1.3. Esquema general, preguntas y objetivos de investigación

1.3.1. Esquema general de la investigación

Para el propósito de esta tesis doctoral, cuyo objetivo principal se centra en el diseño, implementación y evaluación de una propuesta formativa que permita al PSFI del MAES de la

especialidad de Física y Química entender los procesos indagatorios en el aula de ciencias y elaborar propuestas didácticas que incluyan esta metodología en su desarrollo, se ha caracterizado el proceso de investigación basada en el diseño, antes descrito, a través de tres ciclos iterativos, que se encuentran representados en la figura 1, y a partir de los cuales se han derivado los estudios estructurales de la tesis (1 a 4) que se concretarán en los apartados siguientes.

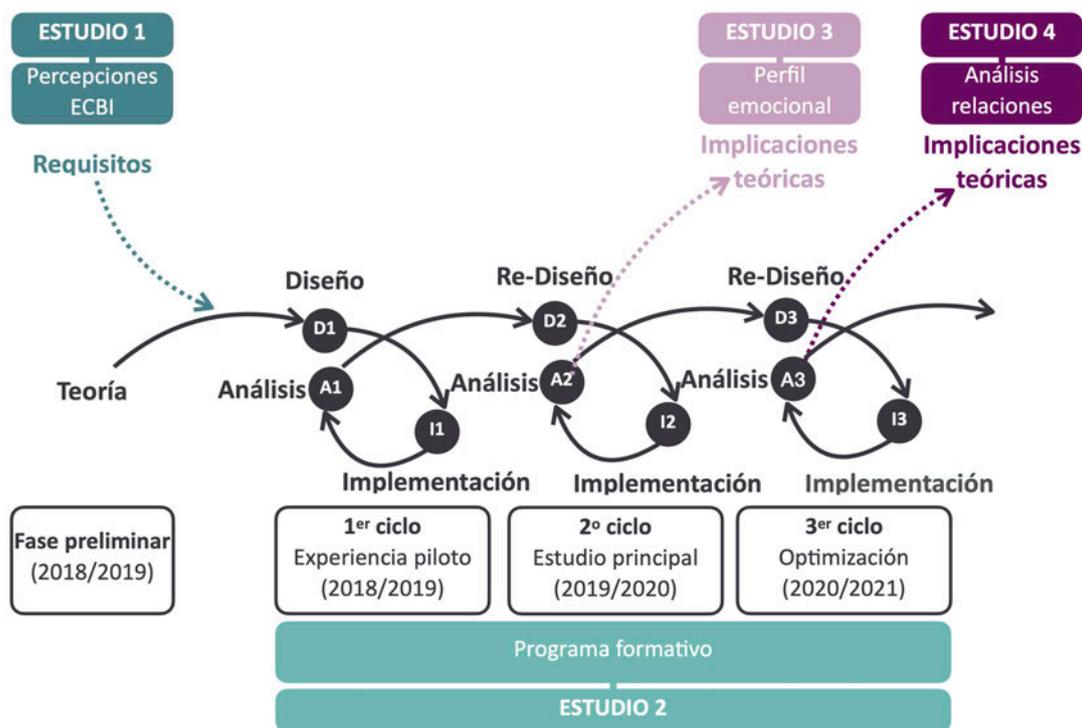


Figura 1. Ciclos iterativos de investigación basada en el diseño de esta tesis

1.3.2. Preguntas de investigación y objetivos específicos

Una vez planteado el esquema general de investigación basada en el diseño y los ciclos iterativos realizados, se presentan a continuación las preguntas directoras de la investigación:

- [P1]** ¿Cuáles son las percepciones iniciales del PSFI sobre el uso del enfoque de indagación en el aula?
- [P2]** ¿Qué relaciones, si las hay, se encuentran entre esas percepciones y características demográficas específicas (género, edad, perfil académico o investigador, entre otras) de los perfiles del PSFI?
- [P3]** ¿Cómo diseñar y desarrollar un programa formativo sobre ECBI para ayudar al PSFI a incorporar este enfoque didáctico en su futura práctica docente?
- [P4]** ¿Qué emociones y percepciones sobre su propio aprendizaje manifiesta el PSFI al llevar a cabo una actividad de indagación?
- [P5]** ¿Qué tipos de relaciones, si las hay, aparecen entre las percepciones y emociones del PSFI sobre la ECBI y la contextualización en la práctica de aula de propuestas de enseñanza sobre indagación elaboradas por ellos mismos?

Para dar respuesta a estas preguntas, se han definido los siguientes objetivos de investigación: **1)** realizar un estudio inicial sobre las percepciones del PSFI en torno a los procesos de indagación; **2)** diseñar y realizar una propuesta de formación para profesores de ciencias de secundaria en su formación inicial, encaminada a integrar el desarrollo de las prácticas de indagación científica en el tratamiento de los problemas de la vida diaria; **3)** analizar el impacto de este programa de formación en las emociones y percepciones sobre el aprendizaje de los docentes sobre la indagación, y **4)** evaluar las propuestas de indagación desarrolladas por el PSFI y la influencia del PF.

1.3.3. Estudios realizados

La figura 2 presenta los cuatro estudios realizados, mostrando las preguntas de investigación y los objetivos específicos que se abordan en cada uno de ellos, así como la metodología utilizada. También se indican las publicaciones (contribuciones) que se han derivado de ellos.

ESTUDIO 1	ESTUDIO 2	ESTUDIO 3	ESTUDIO 4
<p>PERCEPCIONES DEL PSFI SOBRE ECBI [P1] y [P2]</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un estudio inicial sobre las percepciones del PSFI sobre el uso del enfoque de indagación en el aula Analizar las posibles relaciones entre dichas percepciones y características demográficas específicas (género, edad, perfil académico o investigador entre otras) de los perfiles del PSFI <p><i>Metodología</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 45 PSFI Cuestionario pre-test PRIMAS MAES 2018/2019 Cuantitativo (estadístico) 	<p>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA FORMATIVO [P3]</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Diseñar un programa formativo sobre ECBI para PSFI de la especialidad de Física y Química (experiencia piloto y estudio principal) Optimizar dicho programa formativo con la incorporación de una estrategia de innovación basada en los <i>hackathons</i> <p><i>Metodología</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 60 PSFI (progresivo) Programa formativo MAES 2018 a 2021 Estadístico descriptivo RStudio 	<p>PERFIL EMOCIONAL DEL PSFI DURANTE LA INDAGACIÓN [P4]</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Conocer las emociones y percepciones sobre el propio aprendizaje manifiesto por el PSFI al llevar a cabo una actividad de indagación (en los roles estudiante y docente) <p><i>Metodología</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 8 PSFI Cuestionarios KPSI adaptados MAES 2019/2020 Mixto (RStudio/Atlas.ti) 	<p>ESTUDIO DE CASO Y ANÁLISIS DE RELACIONES [P5]</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar las percepciones, emociones y propuestas de indagación diseñadas por una muestra seleccionada de PSFI Evaluar las posibles relaciones entre dichas percepciones, emociones y capacidad de diseño de actividades de indagación <p><i>Metodología</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 5 PSFI Cuestionarios PRIMAS y KPSI, TFM MAES 2019/2020 Mixto (RStudio/Atlas.ti)
Contribución principal CP1	Contribuciones principales CP2, CP3 y CP4	Contribución principal CP5	Contribución principal CP6

Figura 2. Descripción de los estudios realizados en esta investigación

El estudio 1 (que se explicita en la **contribución principal CP1**) corresponde a la fase preliminar y consistió en un análisis de las relaciones entre las percepciones del PSFI y los procesos de indagación. Se consideraron las percepciones como la unidad idiosincrásica de pensamientos que inciden en la práctica docente (Mansour, 2015).

Para ello se adaptó para el PSFI el cuestionario desarrollado en el proyecto PRIMAS (Engeln et al., 2013), dedicado a la promoción de la enseñanza y el aprendizaje por indagación en educación en ciencias y matemáticas a través de Europa, analizando además algunas variables demográficas de interés.

Dado que en la literatura se observa un vacío en cuanto al estudio de las variables demográficas del PSFI que pueden o no influir en la implementación futura de la ECBI, dentro de este estudio se realiza un análisis estadístico al respecto. Se examina así la influencia de la experiencia investigadora previa del PSFI, lo que puede ser un factor especialmente favorable ya que la mayoría ha realizado

estudios propios de investigación en carreras científicas y tecnológicas, lo que puede originar cierta confianza a la hora de aplicar la indagación en el aula. (Watters y Diezmann, 2015). Asimismo, se explora la brecha de género, que sigue presente en las carreras profesionales científicas y docentes (OECD, 2019), o la edad de los participantes (que podría estar relacionada con la predisposición del PSFI más maduro a plantear retos al alumnado en aras de mejorar su aprendizaje, aspecto alineado con el enfoque de indagación) (Watters y Diezmann, 2015), ya que, en los últimos años, el currículo de la Educación Superior española ha evolucionado hacia estrategias docentes más innovadoras e inclusivas. De esta manera, se espera crear una visión global y orientar y promover esta estrategia metodológica en el aula de Educación Secundaria, identificando temores y dificultades en cuanto a su implementación y valorando la necesidad de crear programas específicos de formación en indagación que puedan contribuir a una mejor transferencia a la práctica (Solbes et al., 2013).

El estudio 2 se centra en la etapa de diseño e implementación del programa formativo en indagación, y comprende tres contribuciones principales, correspondientes respectivamente al estudio piloto (**contribución principal CP2**), al estudio principal (**contribución principal CP3**) y a una experiencia de innovación (**contribución principal CP4**). Así, mientras que **CP2** se dedica al estudio piloto, implementado en el curso 2018/2019, prestando especial atención al uso de herramientas TIC, **CP3**, presenta el PF principal, implementado en los cursos 2019/2020 y 2020/2021, con el desarrollo de las actividades y su contribución a las competencias profesionales docentes en indagación.

Dado que el diseño de nuevas propuestas sigue un proceso de revisión constante, **CP4** muestra una mejora introducida en el último curso de implementación del PF hasta la fecha (2020/2021) (e integrada también en el curso 2021/2022), con la puesta en práctica de una jornada intensiva de diseño (Educathon21) como respuesta a la demanda del PSFI de ejemplificar más procesos de diseño, aplicación y evaluación de la indagación en el aula.

Seguidamente, en el estudio 3 se aborda el análisis de las emociones de futuros docentes de secundaria, asociadas a la realización del PF, con la intención de conocer el perfil emocional que experimenta el PSFI para poder profundizar así en las dificultades y necesidades asociadas al diseño e implementación de actividades de indagación, y cuyo análisis se recoge en la **contribución principal CP5**.

El proceso de formación en indagación culmina con la preparación y diseño de actividades de indagación por parte del PSFI. El análisis cualitativo de estas producciones se ha realizado en el estudio 4, un estudio de caso de 5 participantes, y constituye la contribución principal CP6, que actualmente se encuentra aceptada para publicación. Los datos recabados durante el PF, tanto a nivel de cuestionarios (de percepciones y emociones) como los informes del Trabajo Final de Máster (TFM), proporcionan una visión global de la repercusión de la formación realizada y su inclusión en este apartado resulta fundamental para completar una visión global del proyecto de investigación desarrollado.

1.4. Presentación de los trabajos publicados

A continuación se presenta el compendio de publicaciones que avala esta tesis doctoral (figura 3), categorizadas según el avance del esquema general de la investigación, y los objetivos establecidos en el apartado anterior. Cabe tener en cuenta que el orden de publicación de los trabajos puede ser diferente debido al proceso de revisión así como a los intereses en las fechas de publicación de las revistas y/o editoriales. Además, en esta figura se han incluido las contribuciones complementarias, que si bien no son parte del compendio, sí lo son del proyecto de tesis, proporcionando así una panorámica completa de la investigación.

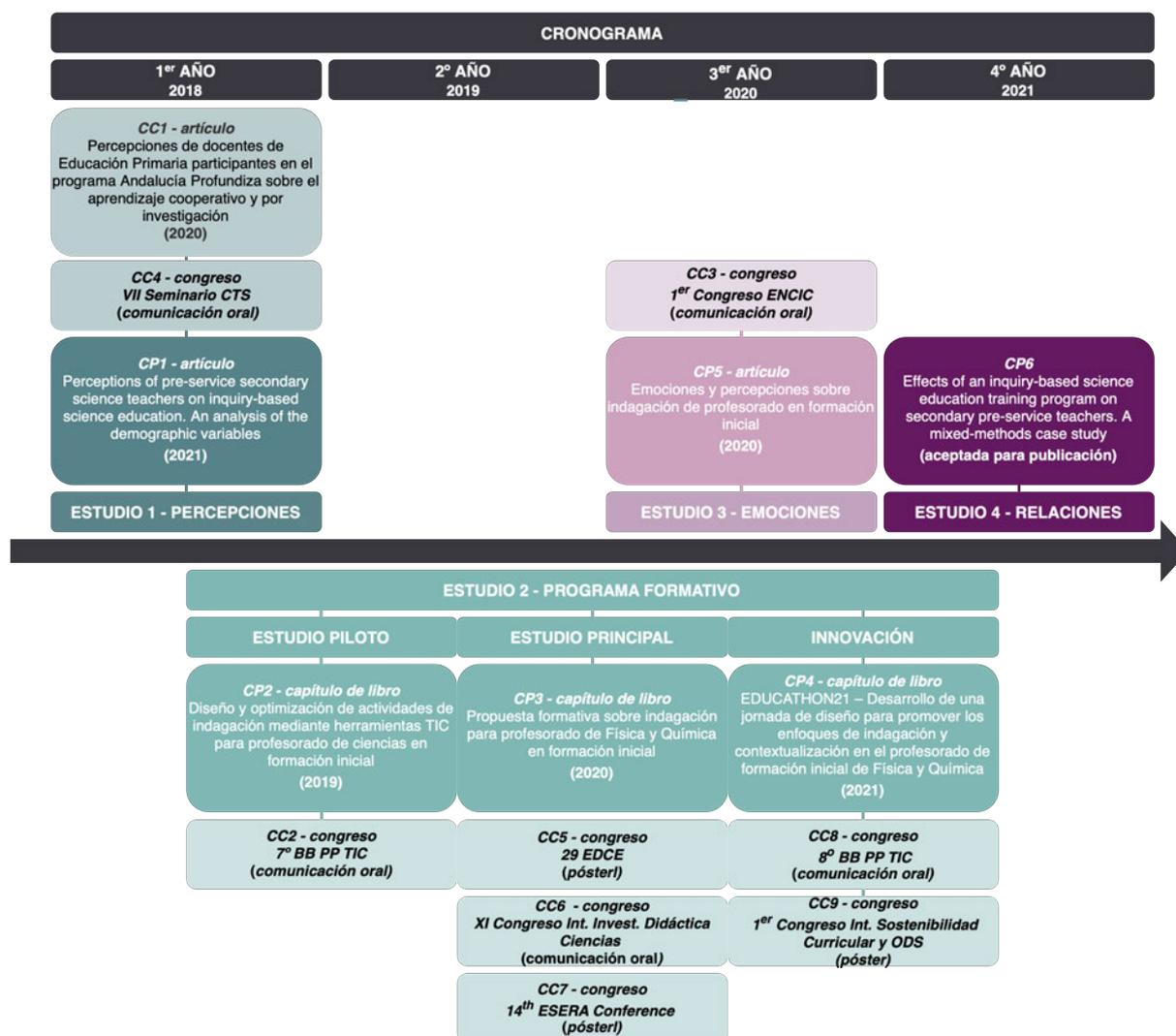


Figura 3. Cronograma del proyecto de investigación y publicaciones derivadas

Aunque las contribuciones completas se recogen como parte del anexo 1, en esta sección se expone un breve resumen de cada una de ellas, así como de los indicadores de calidad que presentan.

1.4.1. Contribución principal CP1 (estudio 1)

Título: Perceptions of pre-service secondary science teachers on inquiry-based science education. An analysis of the demographic variables

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: artículo

Revista: European Journal of Science and Mathematics Education

ISSN: 2301-251X

Año: 2021 **Volumen:** 9 **Páginas:** 168-182

DOI: <https://doi.org/10.30935/scimath/11205>

Publicado por: Bastas (Chipre)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexada en ERIC y SCOPUS (categoría Social Sciences – Education) SJR = 0.33, cuartil Q3, 2021

Resumen: Implementing the inquiry approach in the science classroom represents a challenge for pre-service secondary science teachers due to the perceptions they build around inquiry and determine their future teaching practice. In this work, we analyse the perceptions of 46 students of the science specialities of the Master's Degree in Secondary Education Teaching, using the design of a questionnaire adapted from the PRIMAS project. The results obtained show some initial perceptions of the participants with a very homogeneous profile for the variables analysed, finding them favourable to the inquiry as a teaching approach, although showing some concrete difficulties. We also found some statistically significant differences regarding gender and previous academic and teaching experience. However, the prior research background associated with the science and technological degrees completed by the participants seemed not to affect their perception about inquiry. We finally raise some implications of the results obtained and give some orientation that might be useful for the initial training of secondary science teachers.

Pregunta de investigación a la que responde:

[P1] ¿Cuáles son las percepciones iniciales del PSFI sobre el uso del enfoque de indagación en el aula?

[P2] ¿Qué relaciones, si las hay, se encuentran entre esas percepciones y características demográficas específicas (género, edad, perfil académico o investigador, entre otras) de los perfiles del PSFI?

1.4.2. Contribución principal CP2 (estudio 2)

Título: Diseño y optimización de actividades de indagación mediante herramientas TIC para profesorado de ciencias en formación inicial En E. Sánchez, J. Ruiz y E. Sánchez (coords.). *Innovación y tecnología en contextos educativos*

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: capítulo de libro

ISBN: 978-84-17449-93-3

Año: 2019

Publicada por: UMA editorial (España)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexado en base de datos SPI (Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences), categoría General, editoriales españolas, ICEE 13, posición 93/105, cuartil Q4, 2018

Resumen: Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en una valiosa herramienta educativa que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje no solo del alumnado, sino del profesorado en formación inicial, que precisa de su utilización eficaz para adquirir el desarrollo profesional docente acorde a las demandas de la sociedad tecnológica en la que nos encontramos. En el caso de la indagación, un enfoque didáctico de carácter interactivo, las herramientas TIC se postulan como imprescindibles para llevar a la práctica este tipo de metodologías. Por ello, este trabajo muestra el diseño e implementación de una propuesta formativa en indagación para profesorado de ciencias a través de un entorno enriquecido TIC que proporcione los medios necesarios para una correcta aplicación en el aula.

Pregunta de investigación a la que responde:

[P3] ¿Cómo diseñar y desarrollar un programa formativo sobre ECBI, para ayudar al PSFI a incorporar este enfoque didáctico en su futura práctica docente?

1.4.3. Contribución principal CP3 (estudio 2)

Título: Propuesta formativa sobre indagación para profesorado de Física y Química en formación inicial. En D. Cebrián, A.J. Franco, T. Lupión y C. Acebal (Coords.) *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía. Transferencia al aula*

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: capítulo de libro

ISBN: 978-84-18058-92-9

Año: 2020

Publicada por: Graó (Barcelona)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexado en base de datos SPI (Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences), categoría Educación, editoriales españolas, ICEE 137, posición 2/53, cuartil Q1, 2018

Resumen: Este capítulo pretende poner en valor la formación inicial del profesorado de secundaria centrada en la indagación, un enfoque didáctico que permite al alumnado participar activamente en su aprendizaje, a través de la formulación de preguntas y la resolución de problemas. El éxito de su aplicación requiere de un cambio en el rol del docente, que a menudo experimenta dudas sobre cómo implementar este tipo de propuestas, qué estrategias y herramientas utilizar o si verdaderamente tendrá un impacto positivo en el éxito de su alumnado. Por ello, en este capítulo se aborda el diseño y desarrollo de una propuesta formativa dirigida a profesorado de secundaria en formación inicial, en la que, a partir de las conclusiones más relevantes encontradas en la literatura al

respecto, se integra la instrucción en el conocimiento del contenido pedagógico sobre indagación, brindando apoyo en el diseño e implementación de este tipo de actividades y favoreciendo su transferencia a la práctica. Se describen las actividades que configuran la propuesta formativa, los instrumentos de evaluación utilizados y su contribución al desarrollo de habilidades docentes para la indagación. Finalmente, se plantean algunas consideraciones generales sobre la propuesta formativa.

Pregunta de investigación a la que responde:

[P3] ¿Cómo diseñar y desarrollar un programa formativo sobre ECBI, para ayudar al PSFI a incorporar este enfoque didáctico en su futura práctica docente?

1.4.4. Contribución principal CP4 (estudio 2)

Título: EDUCATHON21 – Desarrollo de una jornada de diseño para promover los enfoques de indagación y contextualización en el profesorado de formación inicial de Física y Química. En T. Linde F. D. Guillén, A. Cívico, y E. Sánchez (coords.). *Tecnología y educación en tiempos de cambio*

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: capítulo de libro

ISBN: 978-84-1335-132-3

Año: 2021

Publicada por: UMA editorial (España)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexado en base de datos SPI (Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences), categoría General, editoriales españolas, ICEE 13, posición 93/105, cuartil Q4, 2018

Resumen: Este artículo muestra una descripción sobre el diseño, implementación y evaluación del Educathon21, una jornada intensiva, en formato virtual, de diseño de propuestas de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de promover los enfoques didácticos de indagación y contextualización en profesorado de ciencias en formación inicial. Se trata de la adaptación al ámbito de la educación científica del *hackathon*, una estrategia surgida en el mundo profesional tecnológico. Se ha implementado en el seno del Máster en Profesorado de la Universidad de Málaga durante el curso 2020/2021, participando 18 estudiantes de la especialidad de Física y Química de dicho Máster. Se presentan los resultados obtenidos en término de producciones de los estudiantes y se concluye que esta jornada ha favorecido el trabajo *in situ*, en un entorno virtual, ayudando a los participantes a desarrollar habilidades de pensamiento innovadoras a través de su implicación en el diseño de propuestas de enseñanza-aprendizaje.

Pregunta de investigación a la que responde:

[P3] ¿Cómo diseñar y desarrollar un programa formativo sobre ECBI, para ayudar al PSFI a incorporar este enfoque didáctico en su futura práctica docente?

1.4.5. Contribución principal CP5 (estudio 3)

Título: Emociones y percepciones sobre indagación de profesorado en formación inicial

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: artículo

Revista: Investigación en la escuela. Revista de Investigación e Innovación Educativa

ISSN: 2443-9991

Año: 2020 **Volumen:** 102 **Páginas:** 54-70

DOI: <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.04>

Publicada por: Universidad de Sevilla (España)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexada en Dialnet, Dulcinea, Iresie, MIAR, REDIB y en el catálogo Latindex (30 indicadores)

Resumen: En los últimos años, la investigación didáctica sobre el perfil emocional del profesorado ha ganado especial relevancia, dada la repercusión que su diagnóstico y autorregulación tienen en el proceso de enseñanza. El uso de enfoques innovadores, como la indagación, lleva además asociado una serie de emociones que pueden derivar en dificultades para su aplicación, resultando por tanto esencial incorporar su estudio en los programas de formación inicial. Por ello, este trabajo analiza las posibles relaciones entre las emociones asociadas a los procesos de indagación, la percepción sobre su aprendizaje y la aplicabilidad en las clases de ciencia, que manifiestan ocho profesores de secundaria en formación inicial de la especialidad de Física y Química del Máster de Profesorado. Se ha utilizado un método mixto en el que se emplea como instrumentos un cuestionario y las reflexiones de los participantes tras realizar una actividad de indagación. Los resultados muestran una percepción favorable a la indagación, con una prevalencia de emociones positivas, así como una mejora en la percepción del aprendizaje sobre las etapas de indagación tras completar la actividad. En general, observamos una predisposición a implementar este tipo de actividades, aunque no encontramos relación entre la percepción sobre la aplicabilidad y las emociones, pero sí con la percepción sobre su propio aprendizaje.

Pregunta de investigación a la que responde:

[P4] ¿Qué emociones y percepciones sobre su propio aprendizaje manifiesta el PSFI al llevar a cabo una actividad de indagación?

1.4.6. Contribución principal CP6 (estudio 4)

Título: Effects of an inquiry-based science education training program on secondary pre-service teachers. A mixed-methods case study (aceptada para publicación)

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: artículo

Revista: Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education

ISSN: 1305-8215

Año: 2022 **Volumen:** 18

DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/12578>

Publicada por: Modestum (Reino Unido)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexada en ERIC y SCOPUS (categoría Social Sciences – Education) SJR =0.57, cuartil Q2, 2021

Resumen: The purpose of this research is to evaluate the impact of a one-semester training programme on the teaching profile of five pre-service secondary science teachers, following a case study that allows us to focus closely on their perceptions related to inquiry-based science education. Through a mixed-methods analysis of a variety of qualitative and quantitative research instruments, we aim to identify the changes in the pre-service teachers' inquiry-based science education educational achievements in terms of their capability to effectively design inquiry activities, as well as in the perceptions affecting their teaching practice concerning emotions and self-efficacy. After a general overview of the results, we provide a specific vision for each participant, and present the conclusions regarding the acceptable level developed in both inquiry learning and teaching. Finally, we analyse the possible links between all the factors considered (perceptions, emotions and design performance) and put forward several suggestions for professional development programmes.

Pregunta de investigación a la que responde:

[P5] ¿Qué tipos de relaciones, si las hay, aparecen entre las percepciones y emociones del PSFI sobre la ECBI y la contextualización en la práctica de aula de propuestas de enseñanza sobre indagación elaboradas por ellos mismos?

1.5. Referencias

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., y Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: international perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Abril, A. M., Romero, M., Quesada, A., y García, F. J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11, 22–33. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.04
- Alvarado, D. A. R., de las Heras Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2019). ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial al participar en un proyecto de indagación en el aula? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(2), 55–69. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4629>
- Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265–278. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5>

- Baykara, H., y Yakar, Z. (2020). Pre-service science teachers' views about scientific inquiry: The case of Turkey and Taiwan. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 11(2), 161–192. <https://doi.org/10.17569/tojqi.618950>
- Bell, P. (2004). On the theoretical breadth of design-based research in education. *Educational Psychologist*, 39(4), 243–253. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_6
- Binns, I. C., y Popp, S. (2013). Learning to teach science through inquiry: experiences of preservice teachers. *Electronic Journal of Science Education*, 17(1), 1–24.
- Çalik, M., Ebenezer, J., Özsevgeç, T., Küçük, Z., y Artun, H. (2015). Improving science student teachers' self-perceptions of fluency with innovative technologies and scientific inquiry abilities. *Journal of Science Education and Technology*, 24(4), 448–460. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9529-1>
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lin, H. S., Lawrenz, F. P., y Hong, Z. R. (2014). Longitudinal study of an after-school, inquiry-based science intervention on low-achieving children's affective perceptions of learning science. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2133–2156. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.910630>
- Childers, G., y Jones, M. G. (2017). Learning from a distance: high school students' perceptions of virtual presence, motivation, and science identity during a remote microscopy investigation. *International Journal of Science Education*, 39(3), 257–273. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1278483>
- Cian, H., Dsouza, N., Lyons, R., y Cook, M. (2017). Influences on the development of inquiry-based practices among pre-service teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 28(2), 186–204. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2016.1277832>
- Clarke, H., Egan, B., Fletcher, L., y Ryan, C. (2006). Creating case studies of practice through Appreciative Inquiry. *Educational Action Research*, 14(3), 407–422. <https://doi.org/10.1080/09650790600847776>
- Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R., y Schauble, L. (2003). Design experiment in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13
- Coburn, W. W., Schuster, D., Adams, B., Applegate, B., Skjold, B., Undreiu, A., y Gobert, J. D. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 81–96. <http://doi.org/10.1080/02635140903513599>
- Cohen, L., Maniain, L., y Morrison, K. (2007). *Research methods in education. Sixth edition*. Routledge.
- Collins, A., Joseph, D., y Bielaczyc, K. (2004). Design research: theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., y Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? En O. E. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, y C. P. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (Vol. 5, pp. 1–26). Springer.

CAPÍTULO 1

- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. En N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Routledge.
- Denzin, N. K. y Lincoln, Y. (2012). *Manual de investigación cualitativa*. Gedi-sa.
- Easterday, M., Rees Lewis, D., y Gerbe, E. (2014). Design-based research process: problems, phases, and applications. En J. L. Polman, E. A. Kyza, D. K. O'Neill, I. Tabak, W. R. Penuel, A., S. Jurow, K. O'Connor, T. Lee y L. D'Amico (Eds.). *Proceedings of International Conference of Learning Sciences*. International Society of the Learning Sciences, pp. 317-324.
- Elster, D., Barendziak, T., Haskamp, F., y Kastenholz, L. (2014). Raising standards through INQUIRE in pre-service teacher education. *Science Education International*, 25, 29–39.
- Engeln, K., Euler, M., y Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: A comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 823–836. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0507-5>
- European Commission (2015). Science education for responsible citizenship. <https://doi.org/10.2777/12626>
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896. <https://doi.org/10.1002/tea.20334>
- Fitzgerald, M., Danaia, L., y McKinnon, D. H. (2017). Barriers inhibiting inquiry-based science teaching and potential solutions: perceptions of positively inclined early adopters. *Research in Science Education*, 49, 543–566. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9623-5>
- Gilbert, J. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gilbert, J., Bulte, A. M. W., y Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817–837. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- Guisasola, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Hampden-Thompson, G., y Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in Science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325–1343. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.608093>
- Heindl, M. (2018). Inquiry-based learning and its possibilities for primary schools with fewer digital resources – a qualitative study. *Pedagogical Research*, 3(3), 1–8. <https://doi.org/10.20897/pr/3932>

- Herranen, J., Kousa, P., Fooladi, E., y Aksela, M. (2019). Inquiry as a context-based practice – a case study of pre-service teachers’ beliefs and implementation of inquiry in context-based science teaching. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1977–1998. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1655679>
- Hitchcock, G., y Hughes, D. (1995) *Research and the teacher (second edition)*. Routledge.
- Hopson, M. H., Simms, R. L., y Knezek, G. A. (2001). Using a technology-enriched environment to improve higher-order thinking skills. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 109–119. <https://doi.org/10.1080/15391523.2001.10782338>
- Islind, A. S., y Norström, L. (2020). Learning sustainable work through critical design: a case study of a hackathon to prepare the future workforce. *Journal of Workplace Learning*, 32(8), 641–651. <https://doi.org/10.1108/JWL-05-2020-0082>
- Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L., y López-Gay, R. (2019). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science and Technological Education*, 39(1), 44–77. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1647158>
- Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13, 121–136. <https://doi.org/10498/18018>
- Juuti, K., y Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: one step towards methodology. *NorDiNa*, 4, 54–68.
- Kelly, A. E. (2014). Design-based research in engineering education. En *Cambridge handbook of engineering education research* (pp. 497–518). Cambridge University Press.
- Kienzler, H., y Fontanesi, C. (2017). Learning through inquiry: a global health hackathon. *Teaching in Higher Education*, 22(2), 129–142. <https://doi.org/10.1080/13562517.2016.1221805>
- Krämer, P., Nessler, S. H., y Schlüter, K. (2015). Teacher students’ dilemmas when teaching science through inquiry. *Research in Science and Technological Education*, 33(3), 325–343. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1047446>
- Kuznecova, V., Ivanova, M., y Starkova, E. (2020). Innovative undergraduate education strategy. *E3S Web of Conferences*, 210, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021022036>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., y Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Lotter, C. (2004). Pre-service science teachers’ concerns through classroom observations and student teaching: special focus on inquiry teaching. *Science Education*, 13(1), 29–38.

- Lotter, C., Harwood, W. S., y Bonner, J. J. (2006). Overcoming a learning bottleneck: Inquiry professional development for secondary science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 185–216. <https://doi.org/10.1007/s10972-005-9002-3>
- Lumpe, A., Czerniak, C., Haney, J., y Beltyukova, S. (2012). Beliefs about teaching science: the relationship between elementary teachers' participation in professional development and student achievement. *International Journal of Science Education*, 34(2), 153–166. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.551222>
- Lupi3n-Cobos, T., y Gallego-García, M. (2019). Formaci3n permanente del profesorado en competencia digital. Aproximaci3n mediante una experiencia desde un programa de digitalizaci3n de centros. In E. S3nchez-Rivas, J. Ruiz-Palmero, y E. S3nchez-Vega (Eds.), *Innovaci3n y tecnología en contextos educativos* (pp. 36–45). UMA editorial.
- Lupi3n-Cobos, T., y Mart3n-G3mez, C. (2016). Desarrollo profesional docente de profesorado de secundaria en una experiencia de innovaci3n mediante investigaciones escolares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgaci3n de las Ciencias*, 13(3), 686-704. <http://hdl.handle.net/10498/18506>
- Maaravi, Y. (2018). Running a research marathon. *Innovations in Education and Teaching International*, 55(2), 212–218. <https://doi.org/10.1080/14703297.2017.1279559>
- Mansour, N. (2015). Science teachers' views and stereotypes of religion, scientists and scientific research: a call for scientist–science teacher partnerships to promote inquiry-based learning. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1767–1794. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1049575>
- Marshall, J. C., y Alston, D. M. (2014). Effective, sustained inquiry-based instruction promotes higher science proficiency among all groups: a 5-year analysis. *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), 807–821. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9401-4>
- McKenney, S., y Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research*. Routledge.
- McKeown, T. R., Abrams, L. M., Slattum, P. W., y Kirk, S. V. (2015). Enhancing teacher beliefs through an inquiry-based professional development program. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 2(1), 85-97. <https://doi.org/10.21891/jeseh.30143>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Br3gido, M., Melo, L. V., D3vila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Mart3nez, G., Ruiz, C., S3nchez, J., Garritz, A., Mellado, L., V3zquez, B., Jim3nez, R., y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Mong, C. J., y Ertmer, P. A. (2014). Examining the impact of a professional development course on stem teachers' acceptance of and intent to implement problem-based learning. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*, 74. <https://doi.org/10.13140/2.1.1645.7608>

- Moraga, S., Espinet, M., Merino, C. (2019) El contexto en la enseñanza de la química: análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1604. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604
- National Research Council [NRC]. (1996). *National Science Education Standards*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.1021/ed072p287>
- Nisbet, J., y Watt, J. (1984) Case study. En J. Bell, T. Bush, A. Fox, J. Goodey, y S. Goulding (Eds.) *Conducting small-scale investigations in educational management* (pp. 79–92). Harper & Row.
- Nuangchalerm, P. (2017). Relationship between preferred and actual opinions about inquiry-based instruction classroom. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 67–73. <https://doi.org/10.30935/scimath/9498>
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2017). PISA 2015 Assessment and analytical framework. Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving (revised edition). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2019). TALIS 2018 results (Volume I): teachers and school leaders as lifelong learners. <https://doi.org/10.1787/c9813405-ar>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Phillips, D. C. (2006). Assessing the quality of design research proposals: some philosophical perspectives. *Educational design research*, 93-99.
- Pilot, A., y Bulte, A. M. W. (2006). Why do you “need to know”? Context-based education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 953–956. <https://doi.org/10.1080/09500690600702462>
- Qablan, A. (2008). Why are we doing this? Preservice science teachers’ interpretations of the role of open inquiry in understanding teaching. *Journal of Institutional Research*, 14(1), 24–42.
- Rodríguez, F., y Blanco, A. (2021). Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1803. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1803
- Rodríguez, S., Allen, K., Harron, J., y Qadri, S. A. (2019). Making and the 5E learning cycle. *The Science Teacher*, 86, 48–55.
- Rodríguez-Arteche, I., y Martínez-Aznar, M. M. (2016). Indagación y modelos didácticos: La reflexión de cuatro profesores de Física y Química en formación inicial. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35, 145–160.

- Rodríguez-Arteche, I., y Martínez-Aznar, M. M. (2017). Contraposición de ideas sobre la indagación entre futuros profesores y estudiantes de secundaria. *X Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 2937–2944.
- Roehrig, G. H., y Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3–24. <https://doi.org/10.1080/0950069022000070261>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., Sorensen, P., y Oliver, M. C. (2020). Highly recommended and poorly used : English and Spanish science teachers ' views of Inquiry-based Learning (IBL) and its enactment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Ruiz, C. (2011). La investigación cualitativa en educación. Crítica y prospectiva. *RED-HECS: Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 10(1), 28-50.
- Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F., y Dávila-Acedo, M. A. (2018). Emotional responses to innovative science teaching methods: Acquiring emotional data in a general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346–359. <https://doi.org/10.3926/jotse.408>
- Sandín, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. McGrawHill.
- Schleicher, A. (2018). The future of education and skills: education 2030. En *OECD Education Working Papers*.
- Seroussi, D.-E., Yaffe, Y., y Sharon, R. (2017). “Careful, now you are both the learner and the teacher!”: student teachers’ evaluation of inquiry-based peer lecturing as a tool in teacher training. *International Education Studies*, 10(6), 100. <https://doi.org/10.5539/ies.v10n6p100>
- Sjøberg, S. (2019). Critical Perspectives on Inquiry-Based Science Education (IBSE) in Europe. *Position Paper Written for EUN Partnership, European Schoolnet*.
- Solbes, J., Domínguez-Sales, M. C., Fernández-Sánchez, J., Furió, C., Cantó, J. R., y Guisasola, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y sociales*, 27, 155-178. <https://doi.org/10.7203/DCES.27.2617>
- Stake, R. E: (2005). *Investigación con estudio de casos*. Morata.
- Steglich, C., Salerno, L., Fernandes, T., Marczak, S., Dutra, A., Bacelo, A. P., y Trindade, C. (2020). Hackathons as a pedagogical strategy to engage students to learn and adopt software engineering practices. *ACM International Conference Proceeding Series*, 670–679. <https://doi.org/10.1145/3422392.3422479>
- Suominen, A. H., Jussila, J., Lundell, T., Mikkola, M., y Aramo-Immonen, H. (2018). Educational hackathon: innovation contest for innovation pedagogy. *ISPIM Innovation Conference*.

- Suters, L., Melear, C. T., y Hickok, L. G. (2002). Views of science teachers one-three years after a pre-service inquiry-based research course. *Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, 1–9. <http://ezproxy.library.usyd.edu.au/login?url=http://search.proquest.com/docview/62287120?accountid=1475>
- Tiberghien, A., Badreddine, Z., y Cross, D. (2018). Designing teacher education and professional development activities for science learning. En O. E. Tsvitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, y C. P. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (pp. 245–259). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_13
- Tójar, J. C. (2006). *Investigación cualitativa. Comprender y actuar*. La Muralla.
- Tomas, L., Rigano, D., y Ritchie, S. M. (2016). Students' regulation of their emotions in a science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 234–260. <https://doi.org/10.1002/tea.21304>
- Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. A.. (2015). Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 261, 343–363.
- Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 4(3), 417–441. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.03
- Wang, J., y Buck, G. A. (2016). Understanding a high school Physics teacher's pedagogical content knowledge of argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 577–604. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9476-1>
- Watters, J. J., y Diezmann, C. M. (2015). Challenges confronting career-changing beginning teachers: a qualitative study of professional scientist becoming science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 26(2), 163–192. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9413-0>
- Windschitl, M. (2004). Folk theories of "inquiry:" How pre-service teachers reproduce the discourse and practices of an a theoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481–512. <https://doi.org/10.1002/tea.20010>
- Yoon, H. G., y Kim, B. S. (2016). Preservice elementary teachers' beliefs about nature of science and constructivist teaching in the content-specific context. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 457–475. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1210a>
- Zembylas, M. (2004). Emotional issues in teaching science: A case study of a teacher's views. *Research in Science Education*, 34(4), 343–364. <https://doi.org/10.1007/s11165-004-0287-6>



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

RESULTADOS

La Ciencia y la vida diaria no pueden y no deben separarse.

Traducido de *Rosalind Franklin*

Los siguientes apartados recogen los principales resultados de la tesis doctoral, estructurados por estudio e intentando dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación anteriormente planteadas. Con objeto de ayudar a la lectura de los resultados obtenidos en esta investigación, previamente y para cada estudio, se presenta, de forma resumida, la metodología utilizada para recoger los datos.

2.1. Resultados del estudio 1

[P1] *¿Cuáles son las percepciones del PSFI sobre el uso del enfoque de indagación en el aula?*

Para conocer las percepciones iniciales del PSFI, se empleó como instrumento de toma de datos una adaptación del cuestionario propuesto por el proyecto europeo PRIMAS (Engeln et al., 2013), dedicado a la promoción de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por indagación. Para su elaboración, partiendo de la versión en español (Abril et al., 2014), se reformularon las preguntas para PSFI, adecuando los tiempos verbales para que reflejaran la intención respecto a su futura práctica docente e incorporando, además, preguntas referidas a la posible contribución del enfoque de indagación al desarrollo de las competencias científicas (Rueda et al., 2017). El cuestionario planteado (anexo 2), que incluye una breve descripción sobre la indagación, término desconocido

para el PSFI en el momento de la toma de datos (al encontrarse al comienzo del MAES), sigue una escala tipo Likert de cuatro puntos, obligando a los participantes a definir su posición de forma clara: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (de acuerdo), 4 (totalmente de acuerdo).

Los 30 ítems que lo componen, escritos de forma combinada en positivo y negativo, aparecen estructurados en tres dimensiones principales. En la primera se plantean aspectos del proceso de E-A de la indagación, tales como la interacción en el aula (categoría 1), las actividades prácticas (categoría 2), o la importancia de la indagación (categoría 3). La segunda dimensión, dividida en varias categorías, incluye preguntas que se enfocan en conocer la conexión entre la ECBI y la motivación del alumnado (categoría 4), la dependencia del conocimiento inicial (categoría 5) y la contribución al desarrollo de competencias científicas (categoría 6). Una tercera dimensión se centra en analizar las dificultades asociadas a la implementación de la ECBI en materia de recursos (categoría 7), gestión del aula (categoría 8) y restricciones del sistema educativo (categoría 9), incluyendo dos preguntas abiertas destinadas a conocer otros posibles beneficios o dificultades, además de las inferibles mencionadas en las preguntas tipo Likert. Las respuestas a estas dos preguntas proporcionaron un grado de apertura para alentar al PSFI a explorar cualquier perspectiva que consideraran apropiada sobre la implementación de la indagación, proporcionando así alguna otra evidencia cualitativa.

El cuestionario fue implementado al comienzo del curso académico 2018/2019. De forma general, en el caso de preguntas redactadas en sentido afirmativo, se consideraron como respuestas positivas las que entraban en la categoría “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”. Por el contrario, para las preguntas redactadas en negativo, se consideraron positivas las correspondientes a la categoría “en desacuerdo” y “totalmente en desacuerdo”. Para simplificar la representación gráfica de los resultados, en las figuras en las que se muestran diagramas de cajas se ha utilizado el valor de la media (en lugar de la mediana), describiendo además los percentiles 25% y 75%.

La validez y confiabilidad del cuestionario de referencia derivan del alto número de participantes (917 docentes en servicio, 12 países), el análisis estadístico desarrollado y la investigación posterior que dio lugar (Maass y Engeln, 2014). Dado que el cuestionario adaptado para PSFI en su versión española aún no ha sido validado, se realizó el análisis ítem por ítem, agrupándolos en categorías según el cuestionario PRIMAS original (Engeln et al., 2013). Sin embargo, para una explicación más sencilla, se clasificaron las diferentes categorías en las tres dimensiones ya descritas en el párrafo anterior, pero no se llevó a cabo un análisis multidimensional, posponiéndolo para un trabajo posterior una vez validada la versión del cuestionario.

El análisis de las respuestas a las preguntas abiertas se realizó de forma inductiva mediante técnicas de codificación realizadas con el software Atlas.ti (versión 8.4.4) (www.atlatsti.com) (Saldaña, 2009), identificando aspectos relacionados con la implementación de la indagación. Se utilizaron un total de 12 códigos, agrupados en dos categorías principales (ventajas y desventajas). Finalmente, la categorización de todas las respuestas fue realizada de manera conjunta por el equipo investigador.

En este estudio participaron un total de 46 PSFI del MAES, pertenecientes a las especialidades de “Biología y Geología” (67%)¹ y “Física y Química” (33%), durante el curso 2018/2019. La mayoría de los participantes eran mujeres (59%), con un rango de edad mayoritario de 25 años o más (63%) y además presentaban un perfil investigador alto (80%) como consecuencia de la realización de tesis de doctorado, maestría o licenciatura en carreras dentro del campo científico. Más información sobre los participantes se resume en la tabla 2

Tabla 2. Perfil del PSFI participante en el estudio 1

Género	N	%	Edad	N	%
Hombre	19	41	< 25	17	37
Mujer	27	59	25-30	14	30
			> 30	15	33
Especialidad MAES	N	%	Grado acceso MAES	N	%
Biología y Geología	31	67	B	14	30
Física y Química	15	33	BQ/F/Q	15	33
			CCAA/TA	12	26
			FI/IQ/IQ	5	11
Docencia	N	%	Experiencia investigadora	N	%
Universitaria	13	28	Doctorado	12	26
Clases particulares	21	46	TFM	11	24
Ninguna	12	26	TFG	9	20
			Otra	5	10
			Ninguna	9	20

N: número de participantes; B: biología; BQ: bioquímica; F: farmacia; Q: química; CCAA: ciencias ambientales; TA: tecnología de los alimentos; FI: física; IF: ingeniería forestal; IQ: ingeniería química; TFM: Trabajo Final de Máster, TFG: Trabajo Final de Grado

Los resultados organizados según las dimensiones especificados en la descripción del cuestionario se presentan a continuación.

2.1.1. Sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la indagación

En la figura 4 se muestran los resultados en torno a aspectos analizados del proceso de E-A de la indagación, relacionados con la interacción en el aula, la relevancia concedida a las prácticas experimentales y la propia indagación.

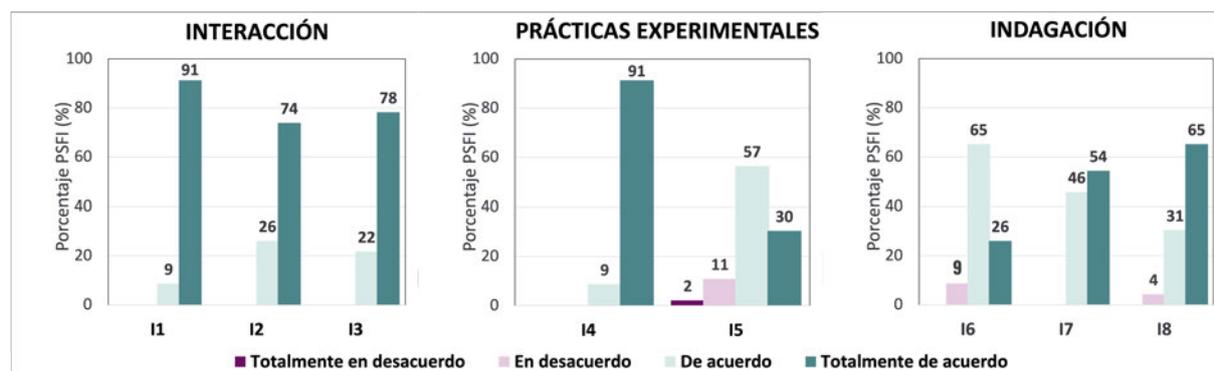


Figura 4. Resultados sobre aspectos relacionados con el proceso de E-A

¹ La intención inicial era utilizar al PSFI de la especialidad de ByG como muestra control de la investigación. Así, una vez implementado el PF en la especialidad de FyQ, se tomarían los datos de ambos grupos para establecer comparativas. Sin embargo, debido a la escasa participación del PSFI de ByG, solo se recabaron los datos para este estudio preliminar.

En el caso de los tres ítems relacionados con la interacción en el aula, apreciamos un patrón similar, con la totalidad del PSFI de acuerdo en otorgar oportunidades al alumnado para que exprese sus propias ideas (**I1**), y para que tengan y participen en discusiones/debates (**I2** y **I3**).

Todos los PSFI consideraron importantes las prácticas experimentales (**I4**) y sus percepciones sobre cómo deben desarrollarse estuvieron más cerca de los enfoques clásicos sobre las mismas ya que la gran mayoría (87%) consideró importante que el alumnado realice experimentos/simulaciones/modelizaciones siguiendo sus instrucciones (**I5**), lo que puede suponer un distanciamiento de la naturaleza de la indagación. No obstante, sus percepciones sobre las características de la indagación fueron muy adecuadas, encontrando fundamental que el alumnado diseñe sus propios experimentos/investigaciones (91%) (**I6**), que los realicen para demostrar/comprobar sus propias ideas (100%) (**I7**) y que obtengan conclusiones a partir de las experiencias realizadas por ellos mismos (96%) (**I8**).

Estos resultados hacen estimar que, para estos participantes, existe una percepción vinculada a la dicotomía actividades de experimentación/indagación, ligada a modelos de enseñanza más tradicionales (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016). Con relativa frecuencia, la enseñanza de las actividades experimentales se realiza en forma de “receta”, dando el profesorado instrucciones precisas y estructuradas a su alumnado. En ocasiones, los docentes identifican erróneamente este procedimiento como una actividad de indagación (Pérez y Furman, 2016), aunque no incluye la formulación de preguntas, la planificación del diseño experimental o la discusión de los resultados, aspectos clave en la práctica científica.

Esta dicotomía puede estar motivada, no tanto por las diferentes percepciones entre ambos tipos de actividades, sino por la preocupación que manifiesta el PSFI sobre el orden y control de la clase (Windschitl, 2003) asociada al elevado número de alumnas y alumnos, para poder participar en actividades más abiertas, como la indagación. En cualquier caso, estas ideas previas están directamente relacionadas con el modelo instruccional que luego ejercen en el aula (Lotter et al., 2006), por lo que es crucial incidir en los programas de formación en estos aspectos, concienciando a al PSFI de que el trabajo autónomo y las actividades de carácter abierto suponen una pérdida de control de la clase por parte del docente. Esta idea también puede estar detrás del hecho de que cerca de la mitad del PSFI considera que aplicar actividades de indagación puede influir negativamente en el comportamiento de su alumnado (y puede estar asociado con problemas para trabajar en grupos colaborativos). A ello puede contribuir el hecho de que alrededor del 60% muestra una alta inseguridad a la hora de implementarlo y además demandan programas y cursos de formación específicos, resultado acorde con lo descrito en la literatura (Krämer et al., 2015; Qablan, 2008).

2.1.2. Sobre el enfoque de indagación

La figura 5 muestra los resultados de las percepciones de los PSFI sobre el enfoque de indagación, como la dependencia del conocimiento ideal, o su contribución a la motivación y al aprendizaje y al desarrollo de las competencias científicas.

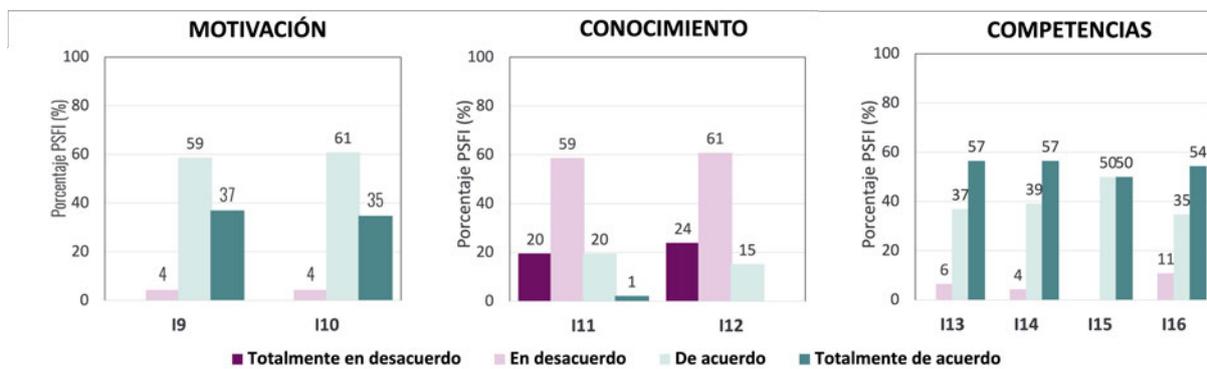


Figura 5. Resultados sobre aspectos relacionados con el enfoque de indagación

La gran mayoría del PSFI (96%) consideró adecuado el uso de la indagación para afrontar problemas de motivación en el alumnado (I19), y para abordar problemas de aprendizaje (I10). En los ítems relacionados con la dependencia del conocimiento, observamos que la mayoría del PSFI (79%) no consideró que la práctica de la indagación requiera de un amplio conocimiento inicial por parte del alumnado (I11), y un porcentaje parecido (85%), que puede ser efectiva en alumnado de bajo rendimiento académico (I12).

En cuanto a las preguntas correspondientes al desarrollo de las competencias científicas, prácticamente la totalidad del PSFI estuvo de acuerdo con la contribución de la indagación al: desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado (94%) (I13), a la adquisición de actitudes y valores científicos y hacia la ciencia (96%) (I14), a promover la autonomía e iniciativa personal (100%) (I15) y a visibilizar el papel de la ciencia en la sociedad (89%) (I16).

2.1.3. Sobre las dificultades asociadas al enfoque de indagación

Los resultados sobre las dificultades asociadas al uso de la indagación, considerando los recursos, la gestión del aula o las restricciones propias del sistema se presentan en la figura 6.

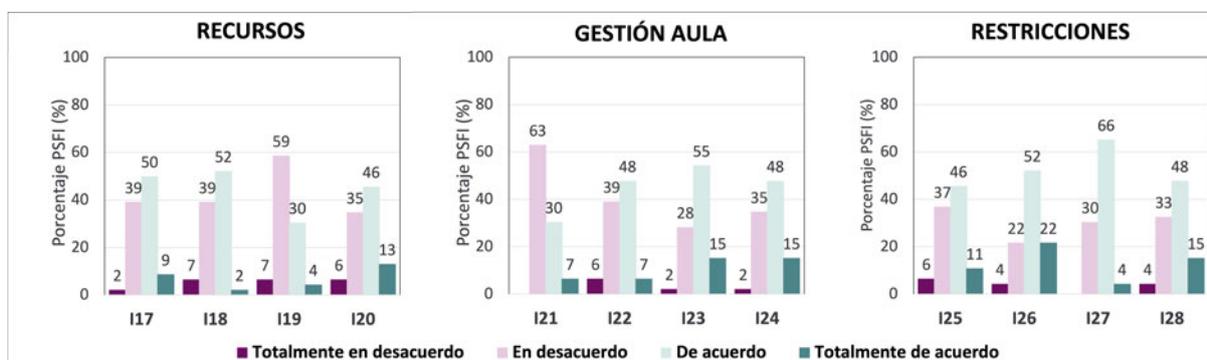


Figura 6. Resultados sobre las dificultades asociadas a la indagación

En el apartado sobre los recursos, las percepciones del PSFI se encuentran muy divididas en tres de los cuatro ítems que lo conforman. Más de la mitad (59%) consideró que tendría dificultades para llevar a cabo actividades de indagación por la ausencia de materiales didácticos adecuados (**I17**) y por la ausencia de recursos suficientes como ordenadores o laboratorio (**I20**). También se mostraron divididos en su opinión sobre la dificultad (54%) o no (46%) de llevar la indagación a la práctica debido a que no está incluida en los libros de texto (**I18**). Algo más de acuerdo (66%) existe sobre la necesidad de acceso a programas de formación específicos (**I19**).

Los resultados relacionados con la gestión del clima del aula mostraron que algo más de la mitad del PSFI (55%) manifestó que no se sentiría seguro con esta metodología (**I22**). Así, la mayoría (63%) consideró que llevar a cabo actividades de indagación no tiene por qué repercutir negativamente en el comportamiento de su alumnado (**I21**), aunque les preocupara (70%) que este pudiera sentirse perdido y frustrado en su aprendizaje (**I23**) y consideraron (63%) que es difícil gestionar el trabajo en grupo (**I24**).

En cuanto a las restricciones vinculadas al sistema educativo, el PSFI de forma mayoritaria (63%) consideraron que tendría dificultades para la práctica de la indagación debido al elevado número de alumnas y alumnos por clase (**I28**), o que las evaluaciones a la que se enfrenta su alumnado no contemplan la indagación (70%) (**I27**). Algo mayor es el porcentaje (74%) que percibe como dificultad la falta de tiempo para cumplir la programación (**I26**). Por el contrario, son más equilibrados los resultados con respecto a la percepción como dificultad (57%) o no (43%) porque en el currículum no se fomenta (**I25**).

Esta dimensión incluye además dos preguntas de respuesta abierta, destinadas a conocer otros posibles beneficios (**PA1**) o dificultades (**PA2**) asociadas a la implementación de la indagación en el aula de secundaria, y cuyos resultados se muestran en la figura 7.

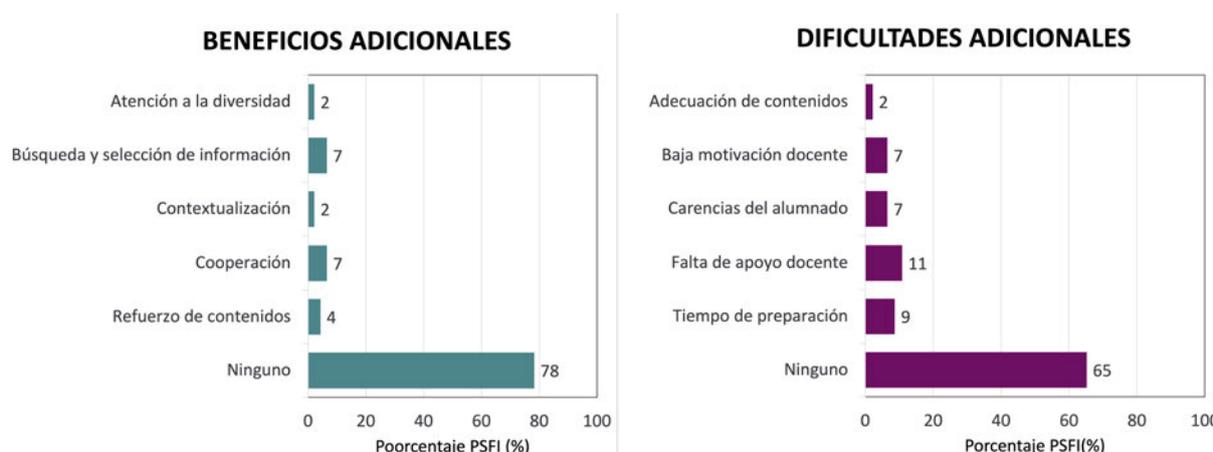


Figura 7. Beneficios y dificultades adicionales aportadas por el PSFI

En general, sólo un 22% del PSFI fue capaz de proponer beneficios adicionales a los expuestos a lo largo de las preguntas del cuestionario; destacando el fomento de la cooperación en el alumnado (7%) o la mejora en la capacidad de búsqueda y selección de información (7%). Paralelamente, sólo

un 36% destacó dificultades adicionales, entre las que cabe mencionar la falta de apoyo docente (11%) o el mayor tiempo de preparación (9%).

2.1.4. Sobre las relaciones entre las percepciones y variables demográficas

[P2] *¿Qué relaciones, si las hay, se encuentran entre esas percepciones y características demográficas específicas (género, edad, perfil académico o investigador, entre otras) de los perfiles del PSFI?*

Una amplia variedad de investigaciones han abordado el estudio de las percepciones de los futuros docentes sobre la indagación en la Educación Secundaria de ciencias con objeto de recabar información relevante para apoyar los programas de formación. Sin embargo, en muchos de ellos queda aún pendiente analizar la influencia que determinadas variables, como la experiencia docente previa al comienzo de la formación inicial, la experiencia investigadora o el género, entre otras, pueden tener en la generación de tales percepciones. Para determinar las posibles diferencias significativas entre los perfiles de los participantes (género, edad, especialidad del MAES, grados de acceso al MAES, experiencia docente e investigadora, recogidas en la tabla 2) primero se codificaron los datos para su ingreso en el programa RStudio (versión 1.3.1093). Así, tras comprobar que los datos no seguían una distribución normal, se realizó un estudio estadístico mediante pruebas no paramétricas, utilizando la prueba H de Kruskal-Wallis para múltiples grupos independientes (en nuestro caso, edad, grado de acceso, experiencia docente e investigadora), y la prueba U de Mann-Whitney para dos grupos independientes (en nuestro caso, género y especialidad del MAES). Para todos los factores analizados se estableció un valor del coeficiente de correlación p inferior a 0,05 para suponer la existencia de diferencias significativas. Una tabla con todos los resultados puede consultarse en el anexo 3.

En el apartado sobre el proceso de E-A de la indagación solo se encontraron diferencias significativas ($H = 15.75$, $p = 0.04$) con respecto a la importancia de que el alumnado obtenga conclusiones a partir de los experimentos/simulaciones/modelos que ellos mismos realicen (**18**), relacionadas con el grado de acceso al MAES. Aquellos PSFI procedentes de los grados en bioquímica (BQ), farmacia (F) o química (Q), junto con aquellos que cursaron biología (B) presentaron valores medios ($M = 3.87$, $DE = 0.35$, y $M = 3.71$, $DE = 0.47$, respectivamente) más elevados que los procedentes de grados en ciencias ambientales (CCAA) o tecnología de alimentos (TA) y física (FI), IF (ingeniería forestal) o IQ (ingeniería química), que obtuvieron puntuaciones medias inferiores ($M = 3.33$, $DE = 0.65$ y $M = 3.20$, $DE = 0.84$, respectivamente) (figura 8).

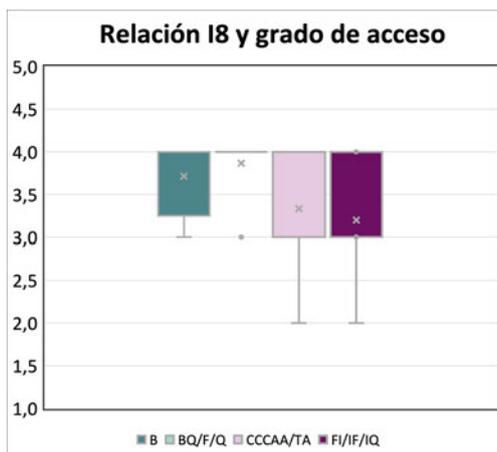


Figura 8. Diferencias en cuanto al grado del acceso al MAES para el ítem I8

Entre las percepciones sobre el enfoque de indagación propiamente, se encontraron diferencias significativas para el ítem **I14**, con respecto al género ($U = 7.71, p = 0.03$) (con las mujeres valorando más alto esta relación, $M = 3.67, DE = 0.55$), y a la edad ($H = 7.71, p = 0.02$) (con los PSFI en el rango de edad entre los 25 y 30 años valorando menos esta relación, $M = 3.14, SD = 0.66$) (figura 9). Este resultado podría explicarse por la diferente distribución de hombre y mujeres en los tres rangos de edades considerados: menores de 25 (9 mujeres/8 hombres); entre 25 y 30 (7 mujeres/7 hombres) y mayores de 30 (11 mujeres/4 hombres).

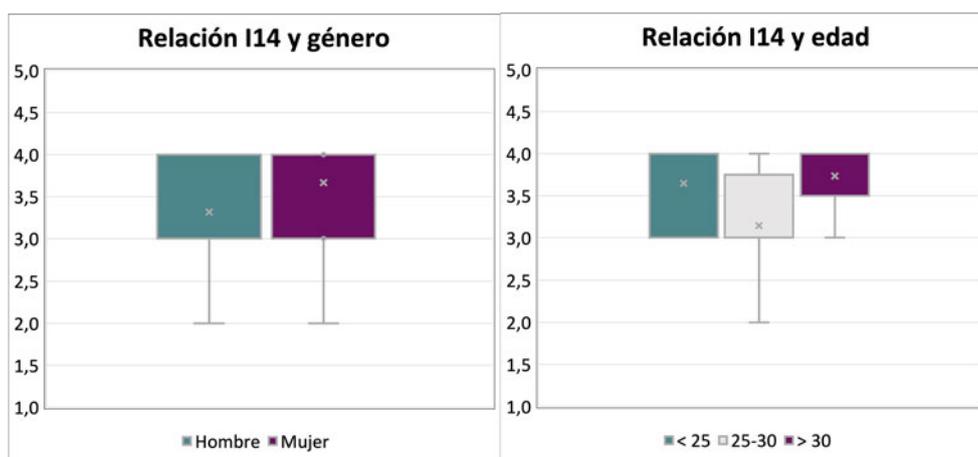


Figura 9. Diferencias en cuanto al género y la edad para el ítem I14

Dentro de las dificultades asociadas al uso de recursos, encontramos una diferencia significativa ($H = 6.84, p = 0.03$) para el ítem **I17**, en el que se asevera como una dificultad a la hora de implementar la enseñanza por indagación la carencia de materiales didácticos adecuados (figura 10). El resultado obtenido está relacionado con la experiencia docente previa de los participantes; el PSFI que había impartido docencia universitaria previa a la realización del MAES mostró medias inferiores ($M = 2.23, DE = 0.60$) que aquel que había impartido clases particulares en etapas previas ($M = 2.86, DE = 0.73$). Este último a su vez obtuvo una puntuación similar a aquel que no tuvo ninguna experiencia docente previa ($M = 2.75, DE = 0.45$).

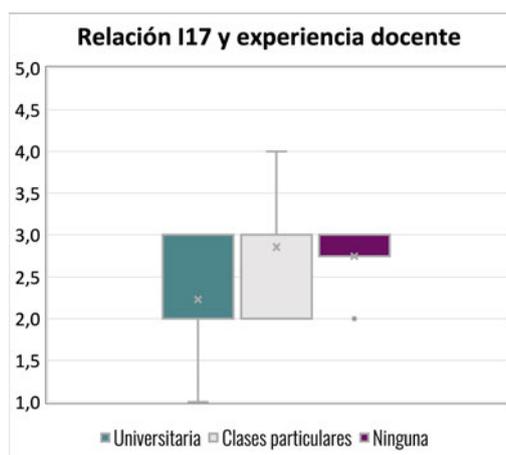


Figura 10. Diferencias en cuanto a la experiencia docente y el ítem I17

Por otra parte, también se observaron diferencias significativas correspondientes a los ítems I27 ($H = 10.17$, $p = 0.01$) e I28 ($H = 8.23$, $p = 0.02$), ambas dependientes de la experiencia docente (figura 11). En el caso de los PSFI que habían realizado algún tipo de práctica docente anterior (universitaria o clases particulares) puntuaron mayor la dificultad asociada al hecho de que las evaluaciones no contemplan las actividades de indagación ($M = 2.54$, $DE = 0.52$ y $M = 3.00$, $DE = 0.32$, respectivamente). Los resultados son diferentes cuando se les preguntó por el número de alumnos y la efectividad de la indagación, siendo los PSFI que impartieron docencia universitaria los que lo perciben como una dificultad menor ($M = 2.31$, $DE = 0.75$).

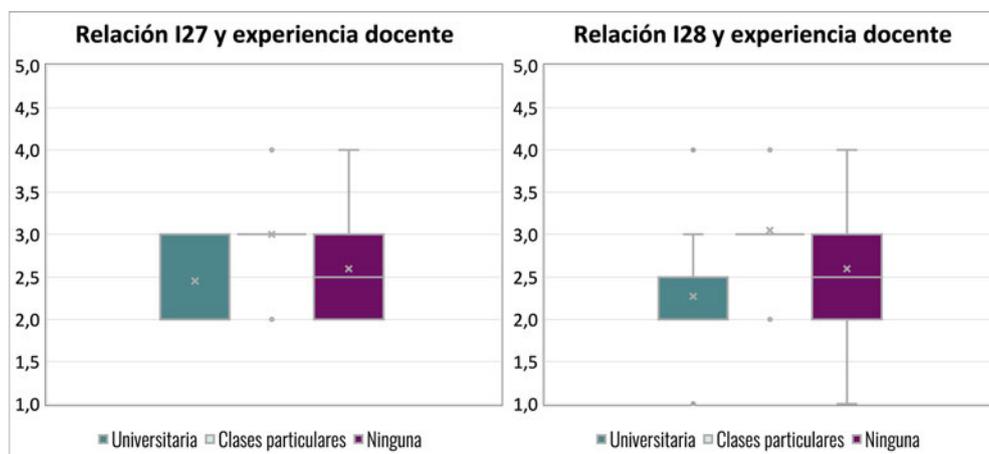


Figura 11. Diferencias en cuanto a la experiencia docente y los ítems I27 y I28

2.2. Resultados del estudio 2

[P3] *¿Cómo diseñar y desarrollar un programa formativo sobre ECBI, para ayudar al PSFI a incorporar este enfoque didáctico en su futura práctica docente?*

2.2.1. Fundamentación y objetivos del programa formativo

El PF producto de esta investigación ha sido el resultado de tres cursos de trabajo (2018/2019, 2019/2020 y 2020/2021) y está orientado a estudiantes del MAES de la Universidad de Málaga (Ministerio de Educación y Ciencia [MEC], 2007). Responde a algunas de las competencias

consideradas en el Plan de Estudios, relacionadas con aspectos claves de la indagación, tales como: (i) potenciar procesos educativos que faciliten la adquisición de las competencias propias de la enseñanza de la Física y Química, (ii) promover la capacidad del alumnado para aprender por sí mismo y con otros, y desarrollar habilidades de pensamiento y de decisión que faciliten la autonomía, la confianza e iniciativa personales, (iii) fomentar el espíritu crítico, reflexivo y emprendedor y (iv) desarrollar en el alumnado habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Partiendo de la necesidad de impulsar la transferencia a la práctica de la docencia, durante el diseño y planificación del PF se consideraron, además de los aspectos ya mencionados, las dificultades asociadas a la práctica de la indagación a través del estudio preliminar de las percepciones iniciales de los participantes, cuyos resultados se recogen en el apartado 2.1 de esta tesis doctoral y se alinean con la literatura al respecto en indagación (Akuma y Callaghan, 2019; Romero-Ariza et al., 2020).

Para su diseño y desarrollo se consideró tanto el conocimiento del contenido pedagógico en indagación como la autoeficacia docente, referida a la capacidad para realizar con éxito una tarea específica provocando un impacto positivo en el desempeño de los estudiantes (McKeown et al., 2015). A partir de aquí, siguiendo un proceso iterativo (Cobb et al., 2003) (figura 1), se llevó a cabo durante el curso 2018/2019, el estudio piloto, como se indica en el apartado 2.2.2. A partir de su análisis y evaluación se diseñó la propuesta principal, implementada durante los cursos 2019/2020 y 2020/2021 a lo largo de seis sesiones de 2 horas de duración cada una, repartidas en dos de las asignaturas propias de la especialidad, *Currículum de Física y Química y Diseño y Desarrollo de Programaciones y Actividades Formativas*.

La finalidad de la propuesta, introducir a los docentes en formación inicial en la práctica de la indagación como enfoque de enseñanza-aprendizaje, se concretó en los siguientes objetivos didácticos (OD):

OD1. Introducir al PSFI en la práctica de la indagación como enfoque didáctico y metodológico necesario para la adquisición de competencias científicas y el aumento de vocaciones científicas.

OD2. Reflexionar sobre la práctica de la indagación mediante actividades de ejemplificación (tanto en el rol de estudiante como en el rol de docente) y lectura de artículos relevantes, para dar a conocer las ventajas educativas de trabajar desde este enfoque didáctico.

OD3. Proporcionar una instrucción sólida sobre el diseño y evaluación de actividades de indagación, ofreciendo además herramientas (rúbricas, cuestionarios, plantillas de seguimiento, etc.) que faciliten su puesta en práctica.

OD4. Orientar y apoyar el diseño de actividades de indagación para su posterior implementación en las aulas de secundaria.

A continuación se presentan las diferentes versiones del programa formativo, que muestran cómo se fue conformando el diseño final descrito.

2.2.2. Primera versión del programa formativo (estudio piloto)

El PF que se muestra a continuación fue implementado como parte de un estudio piloto con 16 PSFI del MAES, en la especialidad de Física y Química. Se diseñaron varias tareas para la formación en indagación, facilitando el seguimiento coordinado entre los tutores académicos y los tutores profesionales del Practicum del MAES que compartieron la propuesta para su seguimiento, desarrollo y valoración. Teniendo en cuenta la necesidad de encajar este PF en las programaciones de las dos asignaturas en las que se iba a desarrollar, el estudio piloto se llevó a cabo con una duración de 4 horas entre actividades presenciales y no presenciales, empleando el aula invertida como estrategia didáctica, lo que permitió desarrollar la temática en el aula con el conocimiento previo del PSFI. Las tareas realizadas a tal fin consistieron en:

- La visualización y análisis de un vídeo² que mostraba las ideas e impresiones de un grupo de docentes, estudiantes e investigadores sobre la relevancia y repercusión de la indagación en la enseñanza de las ciencias en el sistema educativo actual. A lo largo del mismo se abordaban aspectos como la importancia de la educación en ciencias, la evolución de su puesta en práctica o algunas ventajas asociadas al enfoque de indagación. Además, al finalizar la visualización, se planteaban preguntas relativas al enfoque presentado y su valoración de la aplicabilidad o no en las aulas, o sobre su consideración de las ventajas o inconvenientes que pudieran considerar conllevaba su uso.
- Una presentación sobre el proceso de indagación y los elementos curriculares asociados. Esta comenzaba con la generación de un *word cloud* para la identificación de palabras claves que pudieran estar asociadas a la indagación, continuando con la definición de la metodología y las diversas clasificaciones que se pueden encontrar al respecto en la literatura (atendiendo a las formas, a las dimensiones, etc.) (Aditomo et al., 2013). Para finalizar se aportaban las principales ventajas y habilidades adquiridas a través de la indagación, y las claves para realizar una indagación de calidad en el aula (Romero-Ariza, 2017).
- La lectura y análisis de un artículo de investigación (Llorente et al., 2017) sobre la puesta en práctica de la indagación en las aulas de secundaria, a través de una propuesta de aprendizaje basado en proyectos.
- El uso de una rúbrica de identificación y evaluación de los elementos curriculares presentes en el artículo analizado. Esta última fue adaptada de una propuesta de Marshall et al. (2009) en la que, a través de cuatro niveles de logro, se evaluaban, por una parte, diferentes dimensiones relativas a los elementos curriculares (identificación de objetivos de aprendizaje, contribución al desarrollo de competencias clave, desarrollo de habilidades de indagación,

² El video, titulado “Hands-on, minds open: the changing face of science education” es una propuesta del The Hunt Institute, y puede encontrarse en el siguiente enlace: <http://www.hunt-institute.org/hands-on-minds-open-the-changing-face-of-science-education/>

etc.), y por otra, dimensiones relacionadas con la evaluación de las propuestas de indagación (dificultades de enseñanza-aprendizaje, desarrollo conceptual, tipo y rol de evaluación, etc.).

Como tarea final, y con el propósito de mejorar el estudio piloto (análisis retrospectivo), se pidió a los participantes que procedieran a valorar la propuesta a través de un cuestionario de valoración en el que se detallaban las actividades realizadas y el conjunto del programa. Para ello se diseñó un cuestionario *ad hoc online* (anexo 4), compuesto por 27 items en el que se preguntaba cómo el programa formativo y las actividades que incluía habían contribuido a su aprendizaje (**V1-17**), valorando además el grado de adquisición de aspectos como el concepto de indagación, aspectos del diseño o de la evaluación, entre otros (**V18-V22**), siguiendo una escala tipo Likert de cuatro puntos (1: no ha ayudado a mi aprendizaje, 2: ha ayudado un poco, 3: ha ayudado moderadamente, y 4: ha sido de gran ayuda en mi aprendizaje). Además, se incluía un bloque final (**V23-V27**) en el que se pedía al PSFI una valoración global en una escala Likert de cinco puntos (1: muy poco; 2: poco, 3: suficiente, 4: bastante, y 5: mucho) sobre el interés del PF, la dificultad o la utilidad del mismo, incluyendo una pregunta abierta (**V28**) para explicitar aspectos de mejora.

De forma general, las tareas de argumentación que acompañan a la rúbrica de evaluación, en la que el PSFI pudo exponer sus ideas propias y relacionarlas con las planteadas, reflejan que la mayoría (90%) aportó una buena comprensión del vídeo y del artículo, reconociendo las ventajas planteadas e identificando también los principales inconvenientes asociados a la implementación y adecuación de la metodología de indagación al currículum español. Sin embargo, en cuanto a la identificación y evaluación de los elementos curriculares, no todos argumentaron la elección del nivel correspondiente a la rúbrica propuesta (de los cuatro niveles planteados), o, por el contrario, no aportaron ejemplos en los que basarse para su valoración, resaltando la dificultad que el docente en formación inicial encuentra en la propia planificación y gestión curricular.

Los resultados seleccionados³ que aparecen recogidos en la figura 12, refieren principalmente al uso de las TIC dentro del estudio piloto (**V7-V10**), objetivo principal de la contribución **CP2** que en este apartado se presenta, aunque también se ha considerado adecuado incluir algunos resultados globales acerca del PF, que den pie a una mejor comprensión de las modificaciones introducidas en el estudio principal.

Considerando como favorables las respuestas “ha ayudado moderadamente” y “ha sido de gran ayuda en mi aprendizaje”, la valoración del vídeo explicativo sobre indagación (**V7**) ha tenido una acogida moderada, con solo un 37% que lo valora positivamente en su formación. El mismo porcentaje ha considerado positiva la lectura y análisis del artículo (mediante aula invertida) (**V9**) sobre la puesta en práctica de la indagación. Mejores resultados se han obtenido en la valoración de la presentación (**V8**) sobre el enfoque didáctico de indagación y sus elementos curriculares (56%), así

³ Aunque los resultados completos del cuestionario de valoración no aparecen recogidos en esta tesis por compendio, al no formar parte de ninguna contribución publicada, sí fueron analizados rigurosamente y tenidos en cuenta para el diseño y desarrollo del estudio principal.

como el uso de la rúbrica de evaluación de actividades de indagación (V10), con un 69% de la muestra que manifiesta que ha contribuido positivamente a su aprendizaje.

Como comentario general, los resultados sobre la contribución del PF al aprendizaje (V1-V6), son bastante positivos, aunque este PSFI destacó negativamente la carga de trabajo (V3), aspecto tenido en cuenta en el estudio principal, con la realización de tareas colaborativas. En cuanto al grado de adquisición, también destaca negativamente el que refiere a la forma de evaluar la indagación, por lo que en el estudio principal se ha tratado de potenciar este aspecto. Finalmente, en la valoración global, aunque con un alto grado de satisfacción (considerando en este caso como positivas las respuestas “suficiente”, “bastante” y “mucho” para los items V23, V25 y V26, y al contrario para V24), para esta investigadora resalta positivamente la valoración sobre la utilidad de lo aprendido en el PF, con cerca del 90% del PSFI que considera que le será útil en su práctica docente.

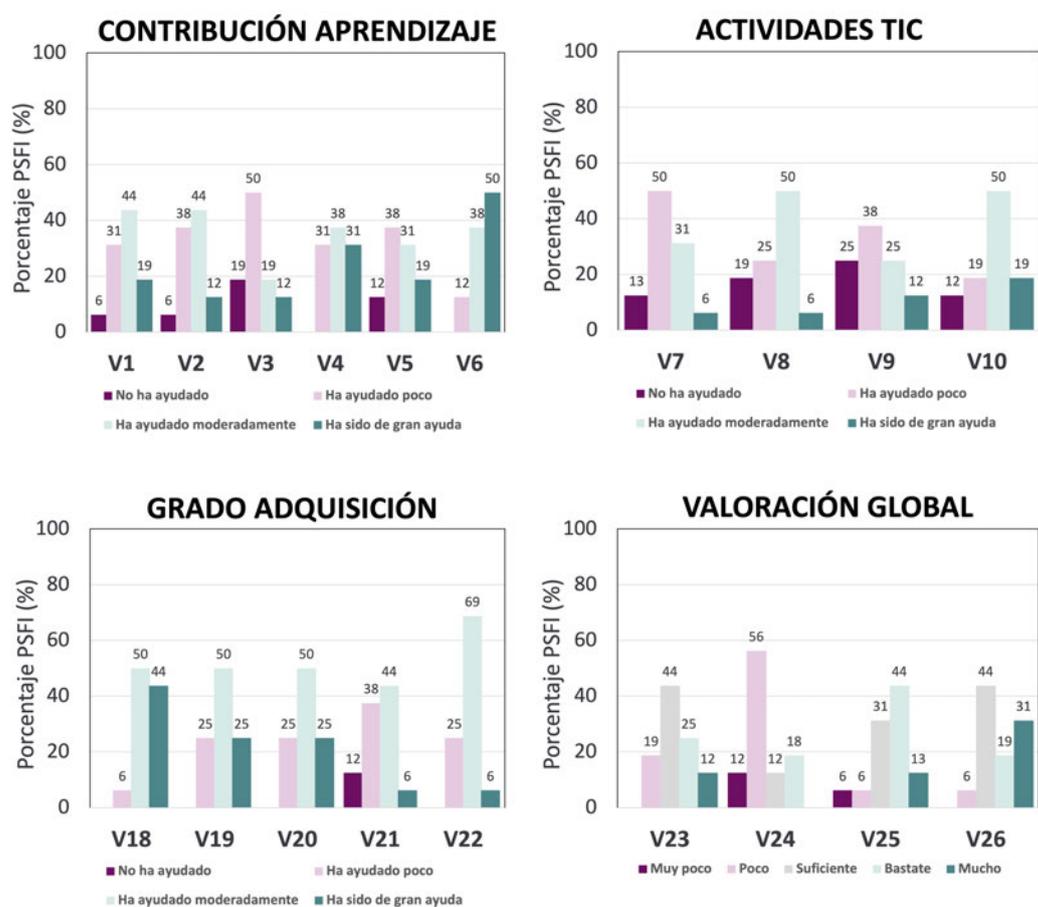


Figura 12. Resultados seleccionados del cuestionario de valoración del estudio piloto

La experiencia propuesta, a pesar de encontrarse en una fase inicial de implementación, tuvo por tanto una buena acogida por el PSFI, que recibió una formación específica en el enfoque didáctico de indagación a través de un entorno enriquecido por el uso de herramientas TIC. Los participantes comprobaron cómo era posible realizar la implementación de actividades de indagación en el aula de ciencias a través de una instrucción limitada en el tiempo, y viable mediante el uso de vídeos y

presentaciones digitales, que fue objeto de mejora para el diseño y puesta en práctica del estudio principal.

2.2.3. Segunda versión del programa formativo (estudio principal)

Teniendo en cuenta el estudio piloto y conocida la influencia que para la práctica de la ECBI tienen las percepciones sobre indagación del PSFI, y cómo una educación científica inclusiva y colaborativa favorece la práctica indagatoria (Clarke et al., 2006), tras el estudio piloto se diseñó una segunda versión del programa formativo, más amplio y completo, con la finalidad de proporcionar nuevas oportunidades para razonar y comprender la naturaleza de la indagación científica, para incorporar así el cambio de rol docente (hacia figuras de guía y mentoría) necesario para la práctica de la indagación, convirtiéndose en verdaderos promotores de la ECBI y transmitiendo la motivación por el aprendizaje científico.

Los contenidos seleccionados, estructurados a lo largo de seis sesiones de clase (de 2 horas de duración cada una), se recogen a continuación en la tabla 3. Además, el PF requería que el PSFI llevara a cabo algunas tareas (como la tarea 2) de forma no presencial.

Tabla 3. Sesiones, contenidos y su relación con los objetivos didácticos del PF

SESIÓN	CONTENIDOS
1. Introducción	OD1
Introducción a la propuesta de formación en indagación, explicando la metodología y la temporalidad de la misma.	<ul style="list-style-type: none"> •Presentación. •Objetivos y contenidos. •Estructura. •Evaluación.
2. Ejemplificación desde el rol del alumnado	OD2
Reflexión sobre el proceso de indagación a través de una ejemplificación desde el rol de alumno.	<ul style="list-style-type: none"> •Puesta en práctica indagación. •Seguimiento indagación.
3. Análisis curricular	OD3
Análisis de actividades de indagación, mediante el estudio de los objetivos de la indagación y su contribución al desarrollo competencial.	<ul style="list-style-type: none"> •Definiciones indagación. •Formas y dimensiones indagación. •Relevancia indagación. •Objetivos y desarrollo competencial. •Ejemplificación y rúbrica de análisis.
4. Análisis didáctico de propuestas de indagación	OD2
Ejemplificación del rol docente, considerando los elementos didácticos y curriculares involucrados.	<ul style="list-style-type: none"> •Ciclo indagación para docentes. •Análisis propuestas didácticas. •Otros ejemplos.
5. Diseño y evaluación	OD4
Aplicación de los principales aspectos de diseño y uso de herramientas que faciliten el proceso de evaluación de todos los actores implicados.	<ul style="list-style-type: none"> •Principios diseño indagación. •Aplicación en aula de ciencias. •Evaluación indagación. •Transferencia. •Otras consideraciones.
6. Presentación de proyectos	OD4

Esta segunda versión del programa formativo posibilita una aportación más completa al desarrollo de la competencia profesional docente, que queda reflejada en la figura 13, en la que se recogen aquellas capacidades docentes esenciales para organizar y facilitar los procesos de aprendizaje orientados a la indagación y su relación con las diferentes etapas de la propuesta.

SESIÓN	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS
1. INTRODUCCIÓN	Interpretar significado ECBI	<ul style="list-style-type: none"> Definiciones indagación Relevancia
2. EJEMPLIFICACIÓN	Involucrar PSFI actividades indagación	<ul style="list-style-type: none"> Rol estudiante Dimensiones y formas
3. ANÁLISIS DIDÁCTICO	Gestionar currículum y práctica docente	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos didácticos Competencias
4. EJEMPLIFICACIÓN	Asesorar grado de andamiaje	<ul style="list-style-type: none"> Rol docente Dimensiones y formas
5. DISEÑO Y EVALUACIÓN	Diseñar y evaluar actividades indagación	<ul style="list-style-type: none"> Principios de diseño Implementación Evaluación
6. PROYECTOS ECBI	Promover autoeficacia docente	<ul style="list-style-type: none"> Estrategias docentes Gestión del aula

Figura 13. Desarrollo de la competencia profesional docente en indagación y su relación con la propuesta formativa. (Adaptado de Constantinou et al., 2018).

La interpretación de lo que se considera indagación en didáctica de las ciencias es uno de los aspectos clave (Mesci et al., 2020), no sólo para el desarrollo del programa formativo, sino para satisfacer los principios fundamentales del diseño de actividades de indagación, acercando la manera en la que las científicas y científicos investigan el mundo natural y las ideas desarrolladas durante el proceso. Esta definición de indagación se aborda principalmente en la primera sesión, aunque se continúa retomando a lo largo de todo el programa.

Otras capacidades docentes se encuentran relacionadas con las dificultades asociadas tanto al propio aprendizaje del alumnado como a la preparación de un andamiaje ingenioso y planificado. A este respecto, se ha considerado fundamental involucrar al PSFI en ejemplificaciones que faciliten comprender tanto el rol del alumnado como el rol docente en el proceso de indagación, resaltando la diferenciación entre realizar una indagación estructurada (en la que el docente aporta la pregunta y el procedimiento, y el alumnado da respuesta), guiada (en la que el docente aporta la pregunta, y el alumnado realiza el procedimiento y da respuesta), y abierta (en la que el alumnado plantea la pregunta, el procedimiento y da respuesta), y que se abordan en las sesiones 2 y 4 respectivamente, mientras que habilidades específicas curriculares y de la práctica docente, se abordan durante la tercera sesión.

La evaluación, y particularmente el cambio hacia procesos inductivos que consideren todos los aspectos trabajados en el proceso de indagación, se aborda en la sesión 5, en la que se proporcionan diferentes herramientas para ello, considerando además una evaluación 360° (autoevaluación, co-evaluación y hetero-evaluación), tanto del alumnado como del docente.

Finalmente, la autoeficacia docente, a menudo referida tanto al uso de estrategias didácticas y la gestión del aula, la motivación o el entusiasmo por la enseñanza (Constantinou et al., 2018), se ha planteado en la sesión 6, en la que, tras completar el programa formativo y recibir una retroalimentación de las propuestas de indagación diseñadas, se espera que se impulsen positivamente las creencias iniciales sobre indagación.

Para tener una visión general del diseño de esta versión del PF, en la figura 14 se muestra el esquema temporal, así como el conjunto de materiales didácticos, tareas y, finalmente, los instrumentos de evaluación empleados, que se describirán con más detalle en apartados posteriores.

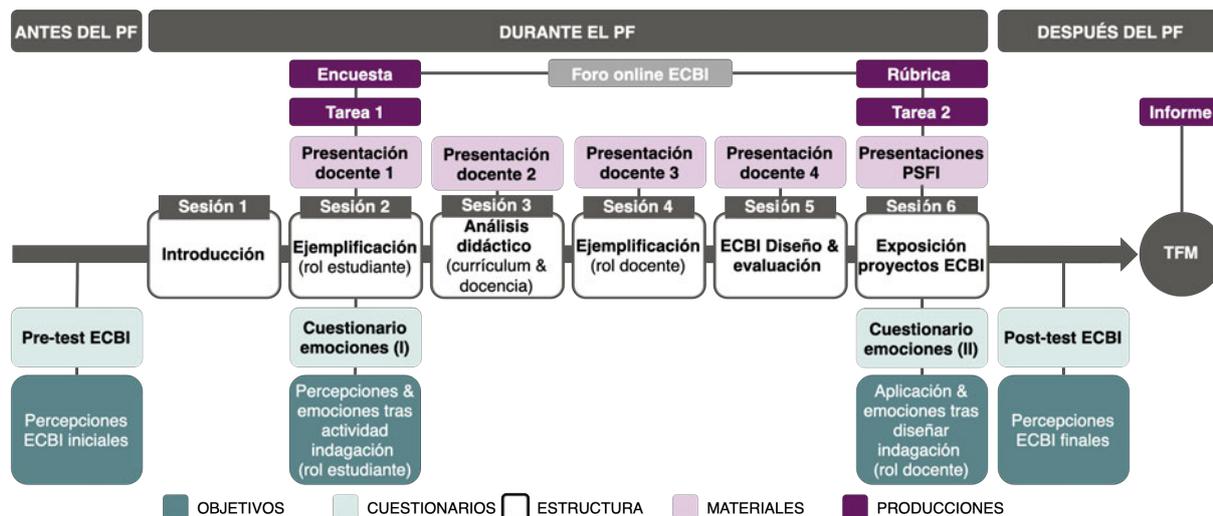


Figura 14. Estructura del PF, instrumentos de investigación y temporalidad⁴

Para la puesta en práctica se diseñaron una serie de materiales didácticos específicos (presentaciones, cuadernos de trabajo, rúbricas y protocolos experimentales), que estuvieron disponibles a través del campus virtual de la Universidad de Málaga.⁵ Adicionalmente, se dispuso de un foro online de preguntas y respuestas sobre indagación, en la misma plataforma digital ya mencionada.

A continuación, se describen las tareas planteadas, destacando los aspectos más relevantes para cada una de ellas.

En la **tarea 1**, se recurrió a la propuesta de Muñoz-Campos et al. (2018) sobre los procesos de fermentación, diseñada para alumnado de 3º o 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Planteando como pregunta de investigación *¿cómo podemos preparar yogur?*, el PSFI se involucró, adoptando el rol de estudiante, en una indagación guiada (**presentación docente 1**) –en la que la docente (autora de esta tesis) proporcionó directrices y guía. Trabajando en grupos de tres, decidieron colaborativamente sobre la planificación de la indagación (hipótesis, selección de variables, diseño experimental y recogida de datos) y sobre la interpretación de los resultados y su

⁴ El esquema final del PF expuesto en esta figura presenta algunas sutiles modificaciones con el que se encuentra en la CP3 ya que incorpora los instrumentos de investigación utilizados, con el fin de obtener una visión general de la propuesta.

⁵ Las presentaciones formativas, que incluyen las rúbricas, están disponibles en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA), al que se puede acceder a través del siguiente enlace: <https://hdl.handle.net/10630/19514>

comunicación. Además, una vez realizada la indagación, recibieron una retroalimentación de su aplicación con alumnado de ESO, incidiendo en la posibilidad de ofrecer un mayor apoyo del que ellos habían recibido, en aquellos aspectos de la indagación que pudieran resultar más complejos para este tipo de alumnado.

Tras finalizar la indagación sobre la elaboración del yogur, se realizó el análisis didáctico de la misma. En ella se recogió su visión como futuros docentes de ciencias, preguntándoles por las ventajas e inconvenientes que identificaban, o si llevarían la actividad a la práctica tal cual o con alguna modificación.

El diseño de actividades se completó en la **tarea 2**. En ella, después de abordar aspectos sobre el diseño y evaluación de propuestas de indagación (**presentación docente 4**), se pidió a los docentes en formación inicial la elaboración de una actividad de indagación completa, en la que propusieran un problema contextualizado que resultara relevante y cercano a su futuro alumnado, captando así su interés. El objetivo final era que incorporaran esta actividad en su intervención práctica, para favorecer así la transferencia de la propuesta formativa, quedando recogida en los informes deTFM. El PSFI procedió entonces a exponer las actividades de indagación diseñadas tal y como las implementarían en el aula de ciencias de secundaria, sirviendo así como un ensayo general, y comentando además los objetivos didácticos, contenidos abordados y competencias desarrolladas, así como el proceso de evaluación considerado. Al finalizar, recibieron una retroalimentación resultado del proceso de co-evaluación de sus compañeros, junto con la evaluación final por parte del equipo docente.

Con el objetivo de conocer la viabilidad del PF en el desarrollo de la ECBI en PSFI (análisis retrospectivo), tal y como se muestra en la línea temporal de la figura 14, se diseñaron y aplicaron los siguientes instrumentos de investigación:

- **Cuestionarios tipo Likert** sobre las percepciones del PSFI sobre la ECBI (**pre-test** y **post-test**) (anexo 1), adaptado del proyecto PRIMAS (Engeln et al., 2013) y cuyos resultados iniciales se han discutido en el apartado 2.1 de esta tesis.
- **Cuestionarios de emociones (I)** (anexo 5) y **(II)** (anexo 6), adaptados de Jiménez-Liso et al. (2019) y Ferrés-Gurt et al. (2015) y diseñado para evaluar las emociones experimentadas por el PSFI durante el PF, en su rol de estudiante y de rol docente, respectivamente.

Además, una vez completado el PF, se analizaron los informes de TFM, que resumen la formación adquirida durante el MAES y reflejan la aplicación y desarrollo de los conocimientos y habilidades asociados, relatando por tanto lo aprendido y aplicado por el PSFI durante sus prácticas en los centros educativos. Entendido como un trabajo de reflexión, evaluación y mejora de la práctica docente realizada, estos informes comprenden los siguientes aspectos: 1) un marco contextualizador de la profesión docente, 2) el diseño y fundamentación de un proyecto o plan de trabajo que refleje las competencias de la especialidad docente cursada, y 3) una reflexión crítica sobre la puesta en práctica del proyecto diseñado y conclusiones personales.

2.2.4. Tercera versión del programa formativo (optimización)

Durante el curso 2020/2021 se volvió a implementar el PF del estudio principal, y como consecuencia del proceso de revisión antes comentado, se desarrolló, como parte final del mismo, una innovación con la puesta en práctica de la jornada *Educathon21*, aplicando la práctica del *hackathon* (véase apartado 1.4.2) al diseño de propuestas didácticas con enfoque indagatorio.

En la figura 15 se muestra el díptico informativo de la experiencia, que se desarrolló a lo largo de una sesión de tres horas y media de duración (la cartelería diseñada al completo puede consultarse en el anexo 7). Dada la brevedad de la propuesta, se guió activamente a los participantes, proporcionándoles una retroalimentación constructiva durante el proceso y un espacio para la reflexión crítica. Para ello, además del PSFI, participaron tres docentes de las dos asignaturas del MAES implicadas, *Currículum de Física y Química* y *Diseño y Desarrollo de Programaciones y Actividades Formativas*, que actuaron de mentores de los diferentes grupos de trabajo (siendo una de ellos la investigadora autora de esta tesis).



Figura 15. Díptico informativo (presentación y programa) del Educathon21

Los desafíos de diseño planteados tuvieron un carácter transversal, alineados con tres de los objetivos de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible (ODS): (i) salud y bienestar, (ii) producción y consumo responsables y (iii) ciudades y comunidades sostenibles. Para informar sobre el propósito de los ODS, se mostraron algunas orientaciones de cada uno de ellos, con la finalidad de promover una lluvia de ideas inicial (figura 16). Además, al inicio de la sesión se compartió el formato de los productos finales, consistentes en un *elevator pitch* de cinco minutos de duración, apoyado de una

presentación con una estructura predeterminada: contexto, contenidos, metodología, evaluación y conclusiones (figura 16) (anexo 7).

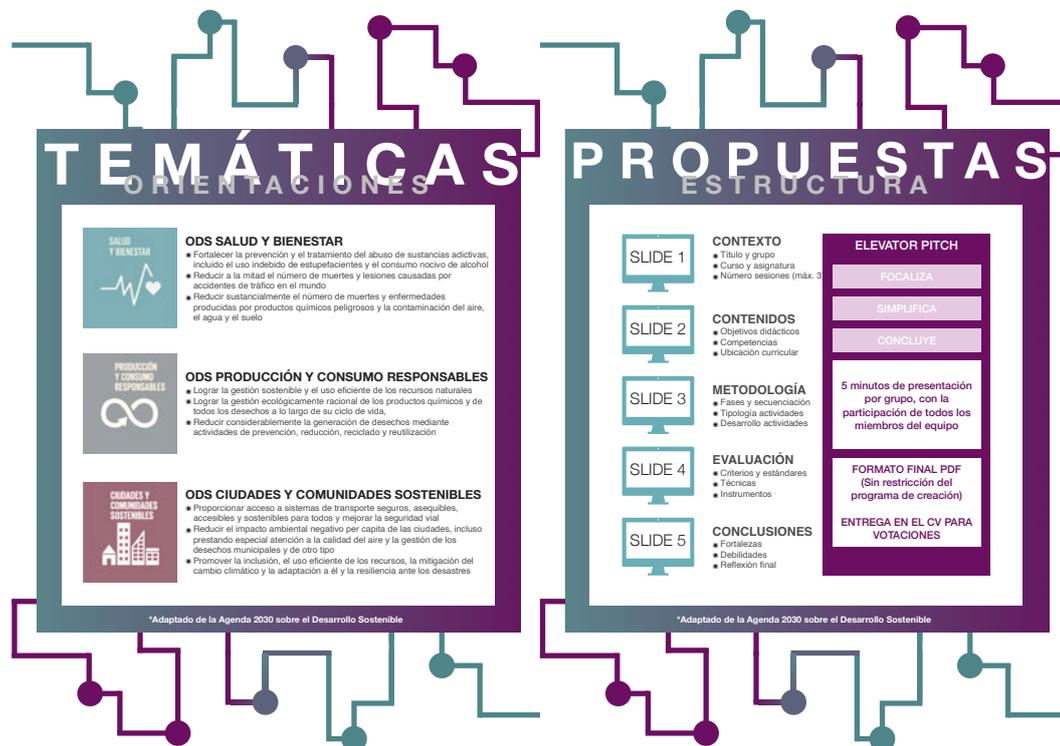


Figura 16. Desafíos de diseño planteados en términos de ODS y estructura de los productos

Como herramienta para la implementación del *Eduathon21* se utilizó la plataforma virtual *BB Collaborate*, integrada en el campus virtual de la UMA, que permite realizar sesiones virtuales con la creación de salas de trabajo simultáneas e independientes. Además, los participantes trabajaron colaborativamente a través de *Google Drive*, completando hojas de seguimiento y generando presentaciones online como productos finales que compartieron con el resto de los equipos.

Respecto a los instrumentos de seguimiento y evaluación de la experiencia (análisis retrospectivo), se desarrollaron tres vías (figura 17): (i) un proceso de autoevaluación, en el que, a través de un *checklist* final adaptado del *Buck Institute for Education* (www.bie.org) y ubicado en el campus virtual, cada grupo pudo reflexionar sobre la propuesta de indagación presentada y el nivel de objetivos alcanzado (anexo 7); (ii) un proceso de co-evaluación, con la valoración individual de cada una de las propuestas grupales presentadas, atendiendo a criterios como la calidad de la innovación o la viabilidad de su implementación, a través de una encuesta ubicada en el campus virtual; y finalmente, (iii) la valoración de la jornada, a través de un cuestionario desarrollado en *Google Drive*, que contemplaba tanto aspectos emocionales del proceso (*cuestionario de emociones II*, recogido en el anexo 6), como la adecuación de la propuesta a la formación inicial o aspectos de mejora.

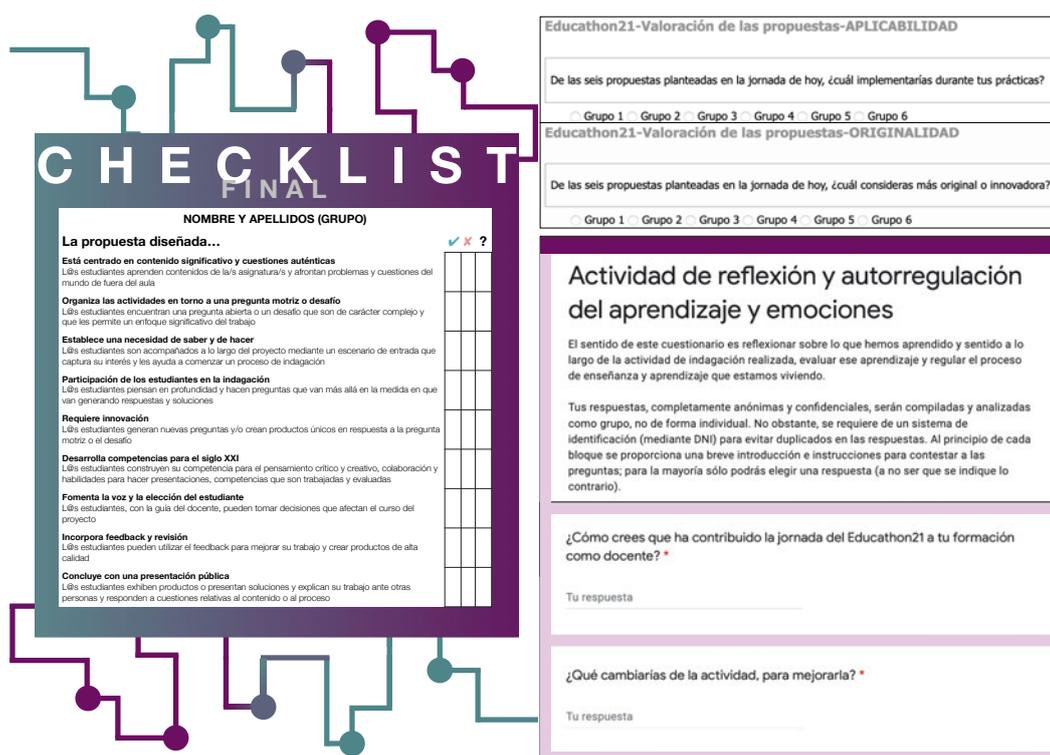


Figura 17. Muestras de los cuestionarios de autoevaluación, co-evaluación y valoración de la jornada

Al comienzo de la jornada, dado el número limitado de PSFI pertenecientes a la especialidad de Física y Química, se formaron seis grupos de trabajo de tres integrantes cada uno, de forma aleatoria. Tras presentar la estructura de la sesión, así como los objetivos de diseño, que fueron asignados igualmente al azar a cada uno de los equipos, su primera tarea fue distribuir los roles de trabajo y las tareas a realizar. Para ello, se expusieron las herramientas virtuales disponibles, permitiendo que se habituaran al entorno de trabajo antes de comenzar con el diseño.

Una vez asignados los mentores a cada grupo de trabajo, y explicitar la dinámica de la sesión, con los objetivos a alcanzar en cada una de las fases contempladas, cada equipo comenzó a familiarizarse con el reto de diseño asignado, debiendo plantear en el primer *checkpoint* una idea general del diseño de la propuesta, centralizado en una pregunta directora de la indagación, así como su contextualización (desarrollo inicial). Tras la primera puesta en común, los PSFI, guiados por sus mentores, procedieron a elaborar en profundidad la secuencia de actividades y su implementación (desarrollo intermedio). Una segunda puesta en común (*checkpoint 2*) permitió dar a conocer las dudas que cada grupo experimentaba en cuanto al diseño. Finalmente, en la última fase, los PSFI abordaron la adaptación de la propuesta al currículo de Educación Secundaria y completaron el proceso de evaluación, proponiendo diferentes instrumentos para su secuencia didáctica.

Después de realizar una breve pausa, y entregar cada uno de los grupos las producciones realizadas, el PSFI procedió a exponer sus diseños, siguiendo el formato de presentación establecido. Los archivos entregados estuvieron disponibles para la consulta del resto de los grupos, que, una vez finalizada la fase de exposición, procedieron a votar las propuestas con carácter más innovador o

mayor aplicabilidad, así como a completar los cuestionarios de valoración diseñados para evaluar la jornada.

En cuanto a la tipología de las propuestas didácticas realizadas por los grupos de PSFI, se encontró una variabilidad de contextos y preguntas de investigación asociadas enmarcadas en los ODS, que abarcaron desde seguridad vial (*¿qué medidas debes tener en cuenta para ser un ciclista responsable y seguro?*), salud (*¿qué le ocurre al cuerpo humano cuando bebemos alcohol?*), contaminación (*¿qué respiramos?*) o reciclaje (*¿qué hacer con los materiales de casa utilizados?*), entre otros.

Los resultados cualitativos obtenidos en cuanto a la autoevaluación de las propuestas, procedentes del *checklist final*, centrado en las cualidades de una buena propuesta de indagación, muestran que los PSFI presentaron inseguridades en cuanto a si las propuestas diseñadas permiten que el alumnado se plantee nuevas preguntas y/o cree productos únicos en respuesta a la pregunta motriz o al desafío. Estas dudas también se manifestaron, para la mayoría de los grupos, respecto al grado de guía de las propuestas, así como a su orientación hacia la creación de productos de alta calidad.

Por otra parte, la co-evaluación de las propuestas presentadas reveló, como elección mayoritaria (40%) tanto por originalidad como por aplicabilidad, la desarrollada por el grupo de trabajo 4 dentro del ODS de producción y consumo responsables, relacionada con el uso de las energías renovables en Andalucía.

Respecto a los resultados del cuestionario de valoración, y concretamente al perfil emocional asociado a la jornada (figura 18), se observa un predominio de emociones positivas (confianza, concentración, satisfacción o interés), que presentan un efecto activador en el logro de las expectativas docentes (Mellado et al., 2014), frente a negativas (rechazo, vergüenza, inseguridad, insatisfacción o aburrimiento), en cada una de las etapas desarrolladas. En todos los casos, las emociones positivas representaron más del 60% de las expresadas por los PSFI, si bien las etapas que experimentaron más emociones negativas fueron las correspondientes a la adecuación de las propuestas al currículum (35%), el diseño de la evaluación (38%) o la exposición de las producciones (40%).

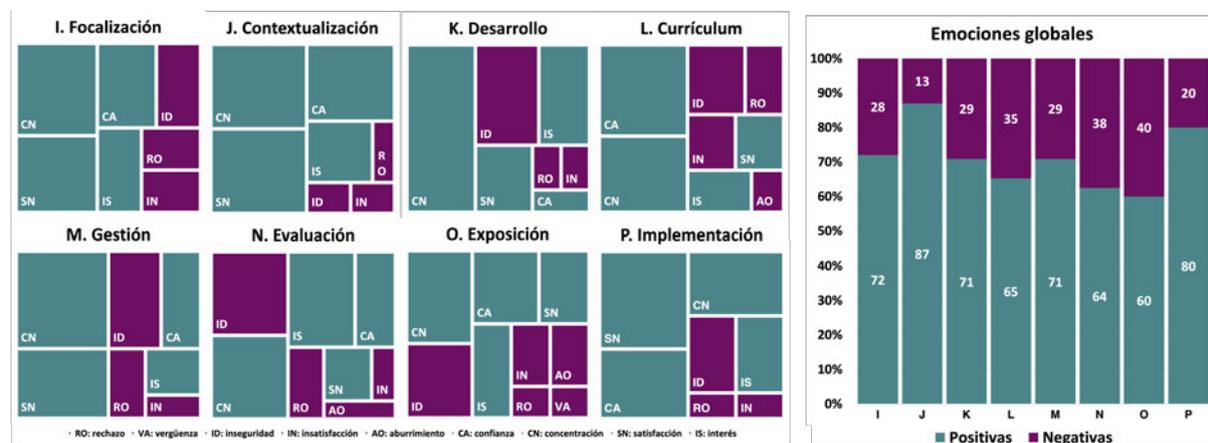


Figura 18. Perfil emocional expresado por el PSFI en las diferentes fases del Educathon21

Finalmente, en cuanto a la valoración que los PSFI hicieron de la contribución de la jornada a su formación docente, la mayoría la destaca positivamente (80%), frente a un 13% que la encuentra negativa debido, principalmente, al estrés generado, y un 7% que considera la contribución indiferente a su formación. Entre las principales mejoras propuestas, destacan la ampliación del tiempo de realización (60%), el cambio de la ubicación temporal de la propuesta, con anterioridad a la finalización del segundo cuatrimestre (20%) y la anticipación y previsión a la jornada de cara a disminuir la presión durante su desarrollo (20%), aspectos todos ellos que serán tenidos en cuenta en futuras implementaciones.

2.3. Resultados de estudio 3

[P4] ¿Qué emociones y percepciones sobre su propio aprendizaje manifiesta el PSFI al llevar a cabo una actividad de indagación?

Para analizar las emociones y percepciones sobre el aprendizaje del PSFI al llevar a cabo una actividad de indagación, se aplicaron dos instrumentos de investigación: el **cuestionario de emociones I** (anexo 5) (que incluía un apartado de selección múltiple de emociones y otro de valoración sobre la percepción del aprendizaje antes y después de realizar la actividad de indagación de la **tarea 1**) y las reflexiones de los PSFI sobre el análisis didáctico de la actividad de indagación realizada. Este estudio se centra en 8 participantes (PSFI1-PSFI8) correspondientes al curso 2019/2020, que fueron aquellos que completaron todos los instrumentos contemplados y explicados a continuación. De ellos 3 eran chicas y 5 chicos.

El cuestionario propuesto (anexo 5), basado en el trabajo de Jiménez-Liso et al. (2019), relacionaba las emociones asociadas a los procesos de indagación, incluyendo para ello emociones de logro (confianza, satisfacción, vergüenza e insatisfacción) y epistémicas (interés, concentración, aburrimiento, rechazo e inseguridad). Inicialmente se registraron las emociones seleccionadas por cada uno de los PSFI asociadas a las etapas del proceso de indagación (**A-H**) descritas en el trabajo de Ferrés-Gurt et al., (2015). Para su análisis, se realizó un estudio descriptivo cuantitativo con el programa RStudio (versión 1.3.1093), recogiendo las frecuencias de emociones y su representación porcentual.

A continuación, se preguntó a los PSFI, antes y después de realizar la actividad de indagación desarrollada en la **tarea 1**, por la percepción de su propio aprendizaje (Jiménez-Liso et al., 2019) en cada una de las etapas de la indagación, mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (1, no sé nada; 2, sé un poco; 3, lo sé bien; 4, lo sé muy bien; 5, puedo explicarlo a un amigo/a). Posteriormente se llevó a cabo un análisis cuantitativo de las puntuaciones obtenidas, utilizando nuevamente el programa RStudio (versión 1.3.1093) y analizando los cambios entre la percepción de aprendizaje antes y después.

Finalmente, se registraron las reflexiones de cada uno de los participantes, que respondían a las preguntas planteadas en la tabla 4, y cuyo análisis cualitativo se realizó inductivamente mediante técnicas de codificación realizadas con el software Atlas.ti (versión 8.4.4) (www.atlatsti.com/)

(Saldaña, 2009). Se identificaron así aspectos de indagación relacionados con las preguntas establecidas en la tarea entregada. Un total de 34 códigos fueron utilizados, agrupados en cuatro categorías principales (ventajas, inconvenientes, aplicación y modificaciones), completando este análisis con una búsqueda por palabra clave para analizar las posibles menciones a las emociones consideradas o no en los cuestionarios.

Tabla 4. Preguntas directoras de la reflexión sobre la actividad de indagación

P1	¿Qué ventajas encuentras en el tipo de actividad planteada en las sesiones anteriores?
P2	¿Qué inconvenientes?
P3	¿La aplicarías en tu clase? Justifica tu respuesta
P4	¿Qué cambiarías y por qué?

2.3.1. Emociones sobre la indagación

Los resultados globales obtenidos en el **cuestionario de emociones I** aparecen en la tabla 5, en la que se recogen las frecuencias de cada una de las emociones por etapas y su ponderación de representación en el proceso. En ella aparecen relacionadas las etapas del proceso de indagación (**A-H**) y las emociones manifestadas, siguiendo la taxonomía de Pekrun y Linnenbrink-García (2014), considerando como emociones positivas aquellas asociadas con el éxito y los desafíos (interés, satisfacción, concentración y confianza) y como negativas las relacionadas con el fracaso y el abandono (aburrimiento, insatisfacción, inseguridad, vergüenza y rechazo).

Tabla 5. Frecuencia de emociones por etapas y representación porcentual

	Emoción	Frecuencia emociones por etapas indagación (*)								TOTAL (por emoción)	%
		A	B	C	D	E	F	G	H		
POSITIVAS	Interés	6	3	2	5	3	5	6	5	35	41.2
	Confianza	2	1	4	2	4	1	2	1	17	20.0
	Concentración	1	4	3	3	2	3	1	0	17	20.0
	Satisfacción	1	0	1	1	3	1	1	1	9	10.6
	Subtotal	10	8	10	11	12	10	10	7	78	91.8
NEGATIVAS	Inseguridad	0	3	1	0	0	0	0	1	5	5.9
	Insatisfacción	0	0	0	1	0	1	0	0	2	2.4
	Aburrimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	Vergüenza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	Rechazo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Subtotal	0	3	1	1	0	1	0	1	7	8.2	
	TOTAL (por etapas)	10	11	11	12	12	11	10	8	85	100.0

(*) A: identificación de problemas investigables; B: formulación de hipótesis; C: identificación de variables; D: planificación de la investigación; E: recogida y procesamiento de datos; F: análisis de datos y obtención de conclusiones; G: comunicación de resultados; H: meta-reflexión

De forma general, el 91.8% de las emociones seleccionadas por el PSFI tuvo carácter positivo. Respecto a la tipología, "interés" fue la emoción positiva mayoritaria (41.2%), seguida de "concentración" y "confianza", ambas con un 20% de representación. Por el contrario, sólo dos emociones negativas fueron seleccionadas, "insatisfacción" e "inseguridad", ambas en bajo

porcentaje (2.4 y 5.9, respectivamente). La representación de la frecuencia de emociones puede verse en la figura 19, en la que también se incluye el análisis porcentual por etapas.

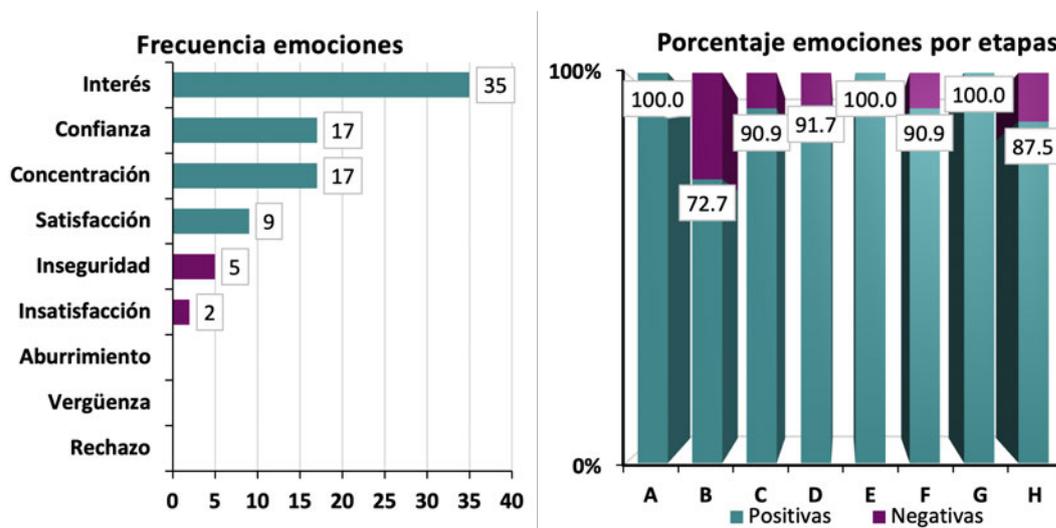


Figura 19. Frecuencia de emociones positivas y negativas y porcentaje por etapas

En cuanto a las etapas, destacan la identificación del problema investigable (A), la recogida y el procesamiento de datos (E) y la comunicación de resultados (G), como etapas en las que no se asociaron emociones negativas. En las relacionadas con la identificación de variables (C), la planificación de la investigación (D), el análisis de datos y obtención de conclusiones (F), y la meta-reflexión (H), cerca del 90% de las emociones tuvo carácter positivo, y es la etapa referida a la formulación de hipótesis (B) la que asocia un menor porcentaje de emociones positivas (72.7%). Estos valores pueden visualizarse de forma más concisa en la figura 19.

2.3.2. Percepción sobre el aprendizaje

La valoración otorgada por el PSFI sobre el aprendizaje adquirido antes y después de realizar la actividad de indagación, se recoge en la tabla 6, donde aparecen las puntuaciones totales por participante y por etapa, registrando además la ganancia, expresada como la diferencia en el valor de la puntuación después y antes de realizar la actividad.

Tabla 6. Valoración del PSFI sobre el aprendizaje adquirido acerca del proceso de indagación

PSFI	Tiempo	Puntuación por etapas								TOTAL	GANANCIA
		A	B	C	D	E	F	G	H		
1	Antes de la actividad	3	3	3	3	3	3	3	2	23	+12
	Después de la actividad	4	4	5	5	4	5	5	3	35	
2	Antes de la actividad	2	3	3	2	3	2	2	1	18	+6
	Después de la actividad	3	3	4	3	3	3	3	2	24	
3	Antes de la actividad	4	5	5	5	5	5	3	2	34	+5
	Después de la actividad	5	5	5	5	5	5	4	5	39	
4	Antes de la actividad	4	4	3	2	4	4	4	1	26	+14
	Después de la actividad	5	5	5	5	5	5	5	5	40	
5	Antes de la actividad	2	3	4	3	4	4	3	1	24	+14
	Después de la actividad	5	4	5	5	5	5	5	4	38	
6	Antes de la actividad	2	3	3	2	3	3	3	1	20	+7
	Después de la actividad	3	3	4	3	4	4	4	2	27	

PSFI	Tiempo	Puntuación por etapas								TOTAL	GANANCIA
		A	B	C	D	E	F	G	H		
7	Antes de la actividad	2	2	2	3	3	3	2	2	19	+7
	Después de la actividad	3	3	3	3	4	4	3	3	26	
8	Antes de la actividad	3	2	3	4	4	3	3	0	22	+11
	Después de la actividad	5	4	5	5	5	5	4	0	33	
TOTAL (antes)		22	25	26	24	29	27	23	10		
TOTAL (después)		33	31	36	34	35	36	33	24		
GANANCIA		+11	+6	+10	+10	+6	+9	+10	+14		

La figura 20 representa gráficamente la diferencia en la percepción del aprendizaje por participante antes y después, y la ganancia adquirida por cada uno de ellos. En todos los casos, la valoración del PSFI fue mayor al completar la actividad, con incremento que supera los diez puntos para los PSFI3, PSFI6, PSFI4 y PSFI8.

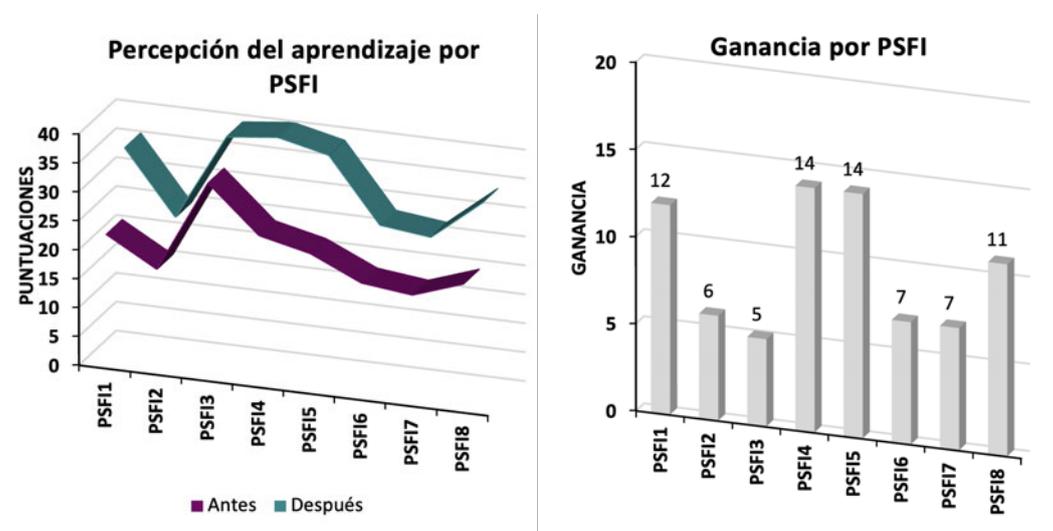


Figura 20. Valoraciones del PSFI asociadas al aprendizaje adquirido antes y después de realizar la actividad de indagación

Al realizar el análisis por etapas (figura 21), se observa igualmente una mejora en la percepción después de la actividad, siendo en este caso la etapa de meta-reflexión (H) la que consigue una ganancia superior a los diez puntos, seguida por la etapa de identificación de problemas investigables (A), con once puntos. Por otro lado, son las etapas de formulación de hipótesis (B) y de recogida y procesamiento de datos (E) las que presentan menor ganancia, lo que podría indicar bien que los PSFI consideran que tienen un buen conocimiento de partida al respecto para ambas etapas o que, por el contrario, encuentran una dificultad adicional en su comprensión.

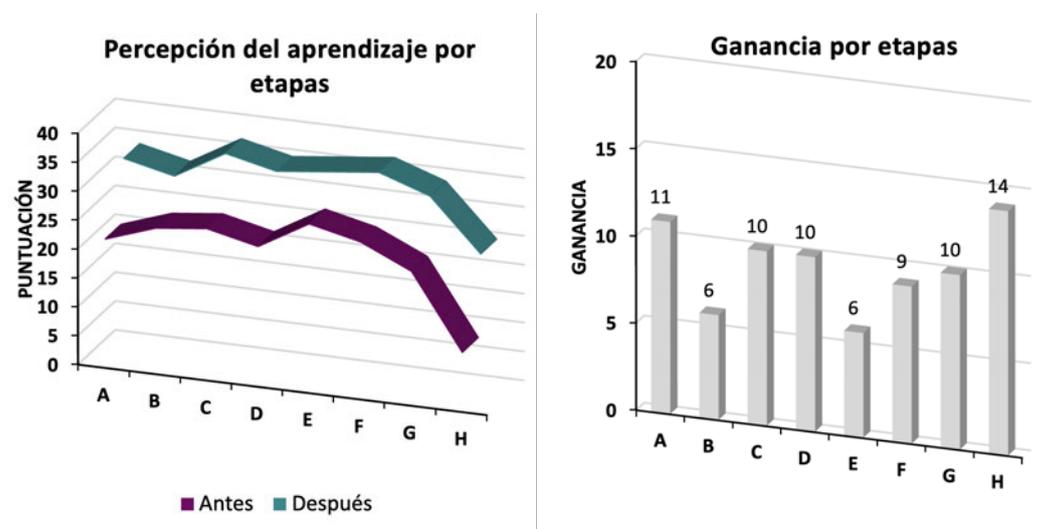


Figura 21. Valoraciones del aprendizaje adquirido por etapas antes y después de realizar la actividad de indagación

2.3.3. Percepción de la aplicabilidad de la indagación

El análisis cualitativo de las reflexiones de los PSFI se recoge en la tabla 7, donde se muestran las frecuencias de los 34 códigos asignados para las cuatro categorías principales (ventajas, inconvenientes, aplicación y modificaciones), asociadas a su vez con las preguntas planteadas en la actividad (P1-P4).

Entre las ventajas asociadas a la indagación, los PSFI manifestaron con mayor frecuencia "interés y motivación" (hasta diez menciones), seguido de "pensamiento crítico" y "trabajo cooperativo", ambas con cuatro menciones. Los principales inconvenientes encontrados fueron "tiempo de implementación" y "recursos", ambos con cuatro menciones.

Si bien todos los participantes coincidieron en que implementarían este tipo de actividades, igualmente expresaron la incorporación de alguna modificación, destacando en esta categoría la "adaptación previa" y el "aumento grado guía", con cuatro menciones respectivamente.

Adicionalmente, la búsqueda por palabra clave arrojó un recuento de seis menciones para "interés" por parte de cuatro de los PSFI, todas ellas en respuesta a la pregunta P1. En este apartado se consideraron además otras emociones no incluidas en los cuestionarios, siendo "miedo" la única citada por uno de los PSFI (PSFI2) en referencia a la pregunta P3.

Tabla 7. Frecuencia de análisis de códigos

Pregunta	Categoría	Código	Frecuencias códigos por PSFI									
			1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL	
P1	Ventajas	Actitudes científicas	1	1	1							3
		Alfabetización científica	1			1						2
		Aprendizaje constructivista					1			2		3
		Aprendizaje significativo								1		1
		Autonomía	1	1	1							3
		Capacidad argumentación		1	1							2
		Competencias científicas				1				1		2
		Contextualización					1	1		1		3
		Desarrollo pensamiento crítico	2	1	1							4
		Interés y motivación	1	2	1	2	1	1	1	1		10
		Multidisciplinariedad								1		1
		Profundización contenidos							1			1
		Toma de decisiones		1			1					2
Trabajo cooperativo	1	1		1					1	4		
		TOTAL	7	8	5	5	4	2	2	8	41	
P2	Inconvenientes	Actitudes alumnado	2		1							3
		Desarrollo profesional		1								1
		Gestión clase			1				1	1		3
		Grado guía					2					2
		Individualización				1						1
		Inexperiencia alumnado		1			1					2
		Inexperiencia docente		1								1
		Implicación social		1								1
		Recursos			1			1	1	1		4
		Tiempo implementación	1				1	1		1		4
		Tiempo preparación		1						1		2
		Tipología alumnado							1			1
		TOTAL	3	5	3	1	4	3	2	4	25	
P3	Aplicación	Sí	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
		No										
		TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
P4	Modificación	Adaptación previa	1	1	1				1		4	
		Adaptación recursos						1			1	
		Aumento grado guía		1	1		1			1	4	
		Aumento implicación alumnado		1							1	
		Co-evaluación	1								1	
		Rotación roles cooperativos				1				1		2
		TOTAL	2	3	2	1	1	1	1	2	13	

2.3.4. Identificación de perfiles de indagación

Partiendo de que los ocho participantes afirmaron que aplicarían este tipo de actividad en su futura práctica docente, posteriormente se analizó la relación entre las categorías con un mayor número de códigos asociados (ventajas e inconvenientes) (tabla 7), identificando tres perfiles de participantes bien diferenciados, y que se utilizaron como referencia en un análisis posterior individual: (i) denominado “altamente favorable a la indagación”, en los casos que identificaban más del doble de ventajas que inconvenientes (PSFI1, PSFI4 y PSFI8), (ii) denominado “favorable a la indagación”, cuando el número de ventajas frente a inconvenientes sigue siendo mayor (PSFI2 y PSFI3), pero sin alcanzar los valores del perfil (i), y (iii) denominado “ambivalente”, cuando por el contrario, indicaban igual o mayor número de inconvenientes que ventajas (PSFI5, PSFI6 y PSFI7).

A continuación se describe cada uno de estos perfiles, analizando en ellos las posibles relaciones entre los tres aspectos investigados: emociones, percepción del aprendizaje y de la aplicabilidad de la indagación.

2.3.4.1. PSFI altamente favorables a la indagación

Dentro de este perfil se encuentran los PSFI1 (hombre), PSFI4 (mujer) y PSFI8 (mujer), siendo el perfil con mayor representación de mujeres. Como aspecto común, los tres participantes se encuentran en un rango de edad mayor de 30 años. Asimismo, estos participantes presentaron una alta ganancia en su percepción sobre el aprendizaje (tabla 6), superior a diez puntos en todos los casos. En la figura 22 se muestran los resultados de los tres participantes, que se analizarán de forma individual a continuación.

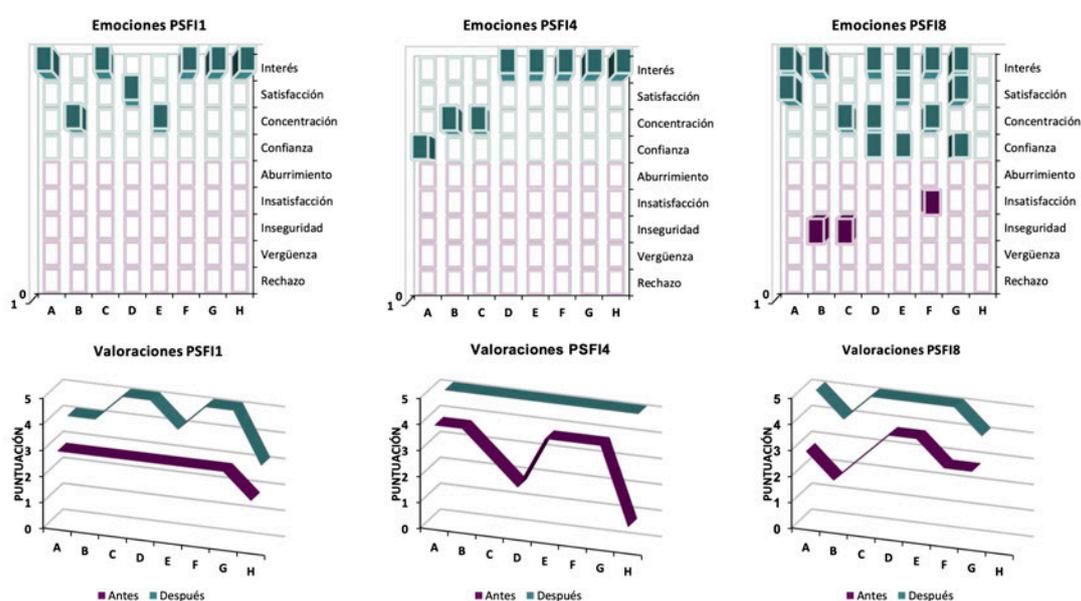


Figura 22. Emociones y valoraciones de los PSFI altamente favorables a la indagación

Para PSFI1, "interés" es la principal emoción positiva, y se correlaciona con el alto número de ventajas identificadas (7). Este participante experimentó también "concentración" en la formulación de hipótesis y la recogida y procesamiento de datos, aspectos que coinciden con una menor percepción de aprendizaje al respecto. En este caso, la etapa de meta-reflexión es la que presenta menor valoración tanto inicial como final, indicando la necesidad de profundizar en este proceso durante la formación.

Igualmente, PSFI4 asoció "interés" a la mayor parte de las etapas, siendo notable los cambios en la percepción sobre el aprendizaje en torno a la planificación de la investigación y la meta-reflexión. El perfil de partida de esta participante sobre la percepción del aprendizaje es bastante irregular, y sin embargo, otorga la máxima valoración a todas las etapas al completar la actividad, con un perfil final regular, lo que podría indicar una escasa reflexión del aprendizaje adquirido.

PSFI8 se encuentra entre los participantes que experimentaron un mayor número de emociones positivas durante el proceso, que se asocia con el elevado número de ventajas que describe (hasta 8) y es, además, la participante que más emociones negativas seleccionó. Concretamente, PSFI8 experimentó "inseguridad" al tratar la formulación de hipótesis y la identificación de variables, e "insatisfacción" en el análisis de datos y obtención de conclusiones. Una de estas etapas, la formulación de hipótesis, coincide con la menor puntuación sobre su percepción del aprendizaje. Esta "inseguridad", que manifestó tras realizar la indagación, podría relacionarse con el aumento del grado de guía en la experiencia, que propone como modificación ("Creo que uno de los principales problemas que surgen es el número de variables que se establecen, por ello, sería interesante que el docente limitara el número de variables a modificar a la hora de la experimentación, y así facilitar la obtención de conclusiones"). Esta participante no ha valorado ni puntuado la etapa de meta-reflexión, bien porque no considera haberla realizado, o porque no ha sido consciente de ello, lo que refuerza la idea de trabajar en este proceso con mayor énfasis.

2.3.4.2. PSFI favorables a la indagación

En este perfil, en el que todavía se identifica un mayor número de ventajas que de inconvenientes asociados a la indagación, encajan dos de los tres participantes PSFI2 (hombre) y PSFI3 (mujer) que seleccionaron emociones negativas en algún momento del proceso, mostrándose sus resultados en la figura 23. PSFI3 es la única de los ocho que tiene una experiencia en investigación, tras haber realizado el doctorado en física. Ambos participantes registraron la menor ganancia sobre la percepción del aprendizaje (tabla 6), con una puntuación igual o inferior a seis en ambos casos.

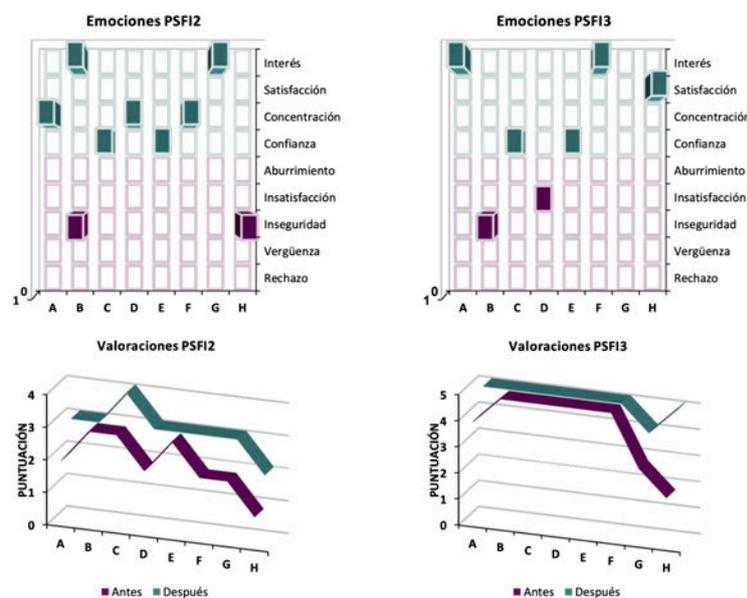


Figura 23. Emociones y valoraciones de los PSFI favorables a la indagación

Para PSFI2, la "inseguridad" está asociada a dos procesos: la formulación de hipótesis y la meta-reflexión, y coinciden con su menor percepción de aprendizaje al respecto. Aunque este participante experimenta igualmente emociones positivas en las restantes etapas ("interés" para B y G,

"concentración" para **A, D y F**, y "confianza" para **C y E**), el peso de las emociones negativas se reflejó en la búsqueda por palabra clave realizada en las reflexiones, en la que emergió "miedo" como emoción asociada a la implementación de propuestas de indagación ("debo reconocer que me da un poco de miedo el que, por mi falta de experiencia, no tenga toda la utilidad para el alumno que se pretende").

En el caso de PSFI3, igualmente la formulación de hipótesis llevó asociada "inseguridad". Además, en la planificación de la investigación, esta participante experimentó "insatisfacción", aspecto que puede estar relacionado con los principales inconvenientes encontrados, "actitudes del alumnado" y "gestión de clase" ("requiere de una mayor organización y control del grupo-clase por parte del docente") y con las modificaciones propuestas (adaptación previa del alumnado a la metodología y aumento del grado de guía por parte del docente). Fruto de la "insatisfacción" derivada de la planificación, PSFI3 expone que "desde mi perspectiva no dejaría que los alumnos cambiasen más de una variable a la vez, se desvirtúa el método científico". Esta afirmación podría indicar una diferenciación entre su perfil investigador (que podría estar bastante arraigado como consecuencia de su etapa de doctorado) y su futuro perfil docente, ya que, si bien es consciente de la importancia de una buena planificación de la investigación y de la importancia en la selección y tipología de las variables, no parece contemplar la necesidad de reflexionar con el alumnado sobre el proceso de selección y control de variables y ayudarles a que sean ellos los que plantean las consecuencias de modificar más de una variable en cada experimento. Fue la participante que menor ganancia sobre el aprendizaje mostraba (+5) (tabla 6), lo que puede ser debido a que ya conocía suficientemente las etapas de la indagación por su formación previa como investigadora. No obstante, en la etapa que más evolucionó fue en la de meta-reflexión, quizás por tratarse de un aspecto novedoso para ella.

2.3.4.3. PSFI ambivalentes a la indagación

Entre los PSFI que identificaron igual o mayor número de inconvenientes que de ventajas en la aplicación de la indagación se encuentran los tres últimos participantes, PSFI5, PSFI6 y PSFI7, que presentan como rango común el género masculino. En este grupo se encuentran dos de los participantes que no habían tenido experiencia docente previa (PSFI5 y PSFI6) y el único de la muestra con una experiencia docente universitaria (PSFI7). Todos ellos seleccionaron exclusivamente emociones de carácter positivo durante el proceso.

En este grupo encontramos un hecho diferenciador en cuanto a la percepción del aprendizaje. Mientras que PSFI6 y PSFI7 presentaron una ganancia de siete puntos (tabla 6), PSFI5 presentó una ganancia de catorce, encontrándose este resultado más en consonancia con los PSFI1, PSFI4 y PSFI8, pertenecientes al perfil de participantes altamente favorable. En la figura 24 se muestran los resultados de emociones y valoraciones sobre el aprendizaje otorgadas por cada uno de ellos.

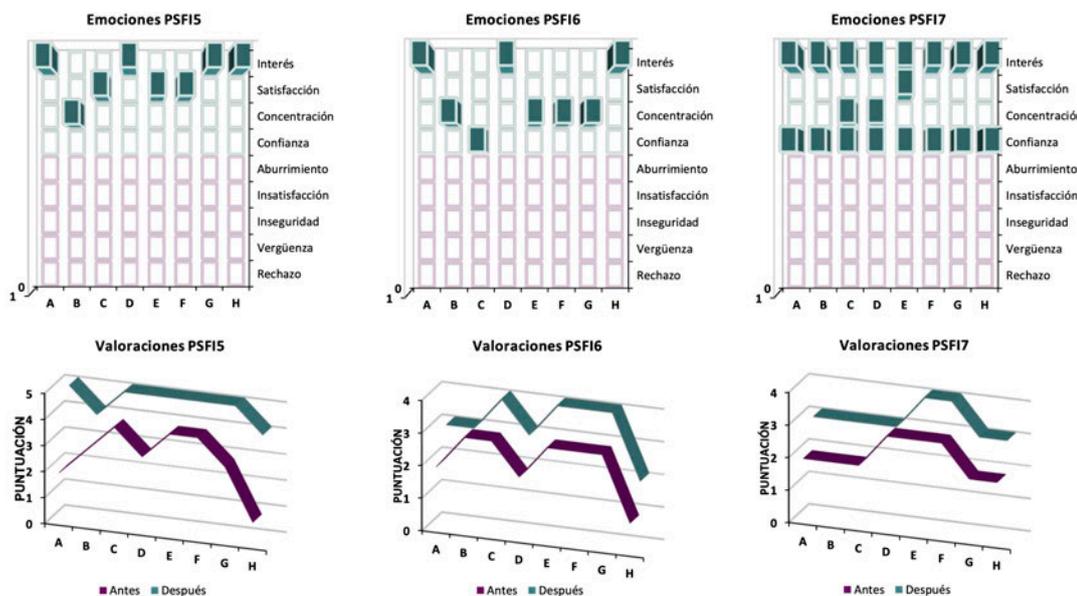


Figura 24. Emociones y valoraciones de los PSFI ambivalentes

Así, para PSFI5 todo el proceso de indagación estuvo asociado a emociones positivas, resaltando "interés" para las etapas **A**, **D**, **G** y **H**, en las que considera haber incorporado un mayor aprendizaje, y "satisfacción" para las etapas **C**, **E** y **F**. Un aspecto que destacar es la elección de "concentración" durante la formulación de hipótesis, una etapa con escasa mejora (+1), lo que puede entenderse como una posible dificultad en esta etapa. Por otro lado, el principal inconveniente aportado en su reflexión, mencionado en dos ocasiones, se refiere al grado de guía del docente durante la indagación ("la falta de costumbre del alumnado ante este tipo de prácticas puede suponer una desventaja a la hora de implementar la actividad, ya que requerirá un mayor control del profesor"), y que contempla igualmente como sugerencia de modificación de cara a una posible puesta en práctica ("aunque los alumnos decidan qué variables quieren estudiar, creo que debe hacerse con un poco más de rigor").

Un perfil similar se describe para PSFI6, siendo esta vez "concentración" la emoción mayoritaria, asociada a las etapas **B**, **E**, **F** y **G**, coincidiendo además el proceso de formulación de hipótesis como la única etapa en la que no se manifestó mejora en su aprendizaje. PSFI6 no identifica ninguna ventaja asociada al aprendizaje (tabla 7) y los inconvenientes que relaciona están referidos a aspectos contextuales (tiempo de implementación y recursos), en línea de lo que se ha constatado en otros trabajos (Abril et al., 2014; Romero-Ariza et al., 2020) o a la tipología de alumnado.

Por último, PSFI7 es el participante que mayor número de emociones positivas muestra, entre las que selecciona "interés" y "confianza" para todas las etapas. Llama la atención que, además de "interés y motivación", PSFI7 solo aportara "profundización contenidos" como ventaja de la indagación. Aunque existen referencias sobre cómo este enfoque puede contribuir, discretamente, a una mejora en el conocimiento de los contenidos (Romero-Ariza, 2017), no es quizás una de sus potencialidades, habiendo pasado desapercibidas las restantes para PSFI7. Quizás su amplia

experiencia docente en la educación superior universitaria (en grados de ingeniería) le ha llevado a centrarse en este aspecto.

Para concluir, y con idea de facilitar una visión global de los resultados obtenidos, la tabla 8 recoge, a modo de resumen, las relaciones entre las emociones y la percepción del aprendizaje manifestado por los PSFI de cada uno de los perfiles analizados.

Tabla 8. Relaciones entre percepción de aplicación de la indagación, emociones y percepción de aprendizaje

PERFIL	PSFI	GÉNERO	EMOCIONES		APRENDIZAJE
			POSITIVAS	NEGATIVAS	
Altamente favorable	1	H	8	0	+12
	4	M	8	0	+14
	8	M	15	3	+11
Favorable	2	H	7	2	+6
	3	M	5	2	+5
Ambivalente	5	H	8	0	+14
	6	H	8	0	+7
	7	H	19	0	+7

2.4. Resultados de estudio 4

[P5] *¿Qué tipos de relaciones, si las hay, aparecen entre las percepciones y emociones del PSFI sobre la ECBI y la contextualización en la práctica de aula de propuestas de enseñanza sobre indagación elaboradas por ellos mismos?*

Para dar respuesta a la última pregunta de investigación que se concreta en el estudio 4 y conocer las posibles relaciones entre las percepciones y emociones del PSFI sobre la ECBI, la instrucción recibida en el PF y la contextualización en la práctica de aula de propuestas de enseñanza sobre indagación elaboradas por ellos mismos, se ha realizado un estudio de caso con cinco participantes en el estudio principal (curso 2019/2020). Para ello, se empleó un método de análisis mixto, que combina análisis cuantitativo y cualitativo que permitió triangular los datos de manera efectiva (Creswell y Plano Clark, 2017).

Estos cinco participantes constituyeron una muestra seleccionada del PSFI y fueron elegidos, entre los participantes que habían realizado todas las actividades del PF y todas las tareas de seguimiento y evaluación del mismo, por la diversidad de su trayectoria docente e investigadora previa, así como por su género y edad. Se trata, en última instancia, de una muestra de conveniencia (Cohen et al., 2007). Cada uno de ellos tenía una licenciatura o un grado en Ciencias o Ingeniería. Aunque tenían diferentes niveles de experiencia docente e investigadora, ninguno de ellos había ejercido profesionalmente la docencia en Educación Secundaria cuando se recogieron los resultados. En la tabla 9 se proporciona información más detallada sobre su caracterización.

Tabla 9. Perfil del PSFI participante en el estudio de caso

PSFI	Género	Edad	Grado	Experiencia investigadora	Experiencia docente
3	Mujer	25-30	Física	Doctorado	Clases particulares
4	Mujer	>30	Ingeniería Química	Ninguna	Clases particulares
5	Hombre	>30	Ciencias Ambientales	Ninguna	Ninguna
6	Hombre	<25	Ciencias Ambientales	Ninguna	Ninguna
7	Hombre	>30	Ingeniería Industrial	Ninguna	Universitaria

Como instrumentos de investigación se usaron los recogidos en la figura 13 (**questionarios Likert pre- y post-test** del anexo 2, **questionarios de emociones I y II** de los anexos 5 y 6, e informes de TFM), y ya descritos a lo largo de los capítulos anteriores. Sin embargo, debido a la situación de la COVID-19 durante la primavera de 2020, este PSFI no pudo aplicar sus propuestas didácticas originales (ni siquiera en un escenario virtual). Así, el análisis cualitativo de los informes de TFM se refiere a la propuesta original y la adaptación a un escenario virtual, pero sin datos del resultado de la implementación.

Durante el análisis surgieron tres dimensiones: el cambio en las percepciones sobre ECBI, las emociones experimentadas en la realización de actividades de indagación (tanto en el rol de estudiante como en el rol docente) y el diseño de una propuesta de ECBI para estudiantes de Educación Secundaria. Para asegurar la fiabilidad del estudio y minimizar los posibles errores y sesgos, se siguió la recomendación de Yin (2003), realizando el mayor número de pasos lo más operativos posibles.

El estudio descriptivo cuantitativo utilizó el software RStudio (versión 1.3.1093). Para la comparación de los **questionarios Likert pre- y post-test** se procedió ítem por ítem, ya que aún no se ha validado la versión adaptada a PSFI del cuestionario PRIMAS original (Engeln et al., 2013). Al igual que en el estudio 1, se consideró el sentido positivo y negativo de cada ítem, estimando en este caso la diferencia entre la puntuación posterior y la puntuación inicial para obtener información sobre la evolución de la percepción del PSFI acerca de la ECBI.

Para el análisis de los **questionarios de emociones (I) y (II)** (tanto en el rol de estudiante como de docente), se recogieron las frecuencias de las emociones y su representación porcentual, y se proporcionó el balance de emociones (positivas frente a negativas), por participante y etapa.

Con la intención de investigar las propuestas de indagación diseñadas para las aulas de Educación Secundaria, se realizó un análisis cualitativo de los informes de TFM. Estos informes suelen reflejar la implementación real lograda durante el período de Prácticas Externas del PSFI. Sin embargo, debido a la situación de la COVID-19, no se pudieron aplicar las propuestas didácticas originales. En consecuencia, se ha valorado el nivel de desarrollo de los diseños originales y la posible adaptación al escenario virtual de forma dual. Para ello, en primer lugar, se ha analizado el número de menciones a la palabra “indagación” y aquellas que están estrechamente relacionadas dentro de la estructura principal que debe cumplir el PSFI al redactar sus informes (Cebrián-Robles et al., 2018). Tras conocer la frecuencia de la indagación en sus diseños, se analizó la distribución de dichas menciones en

función de la formación recibida durante el PF, que como se explica en el estudio 2, incluía aspectos relacionados con la introducción, currículo, métodos y evaluación de la indagación. Se consideró que la inclusión de estas características de la ECBI adquiridas durante el PF sería un indicador, junto al número de menciones, del nivel de desarrollo de las propuestas didácticas diseñadas por el PSFI en sus TFM. En consecuencia, se asignaron diferentes niveles de desarrollo, considerando ambos análisis de forma conjunta: nivel 1, para aquellos PSFI que incluyeron pobremente la indagación en su diseño y su formación teórica; nivel 2, para aquellos PSFI que mencionaron correctamente la indagación en su diseño, pero no en la justificación, y nivel 3, para aquellos PSFI que incluyeron una buena mención del diseño de indagación y una justificación adecuada en la fundamentación teórica.

Todos los datos fueron previamente seleccionados y codificados en unidades de codificación, agrupándolos en categorías más amplias (Saldaña, 2009). Se negoció el consenso de codificación, completando el análisis de contenido en tres fases utilizando el software ATLAS.ti (versión 8.4.4) y organizando las reflexiones según las dimensiones y códigos especificados en cada tabla de resultados correspondiente.

Para estructurar los resultados de este estudio, se seguirá la categorización anterior explicada en el análisis de datos (percepciones ECBI, emociones y nivel de desarrollo de las propuestas didácticas de indagación diseñadas), presentando un panorama general de los cinco docentes agrupados y revisando las posibles similitudes o diferencias entre casos. Finalmente, se desarrollará un análisis profundo de todas las categorías para cada PSFI en particular, proporcionando una comprensión amplia de los efectos del PF.

2.4.1. Evolución de las percepciones sobre la ECBI

La figura 25 muestra la diferencia para cada participante en términos de ganancia total en términos de percepción positiva (en color cerceta, evolución positiva; en color buganvilla, evolución negativa), así como los perfiles completos de *pre-test* y *post-test* (líneas punteadas y negras, respectivamente).

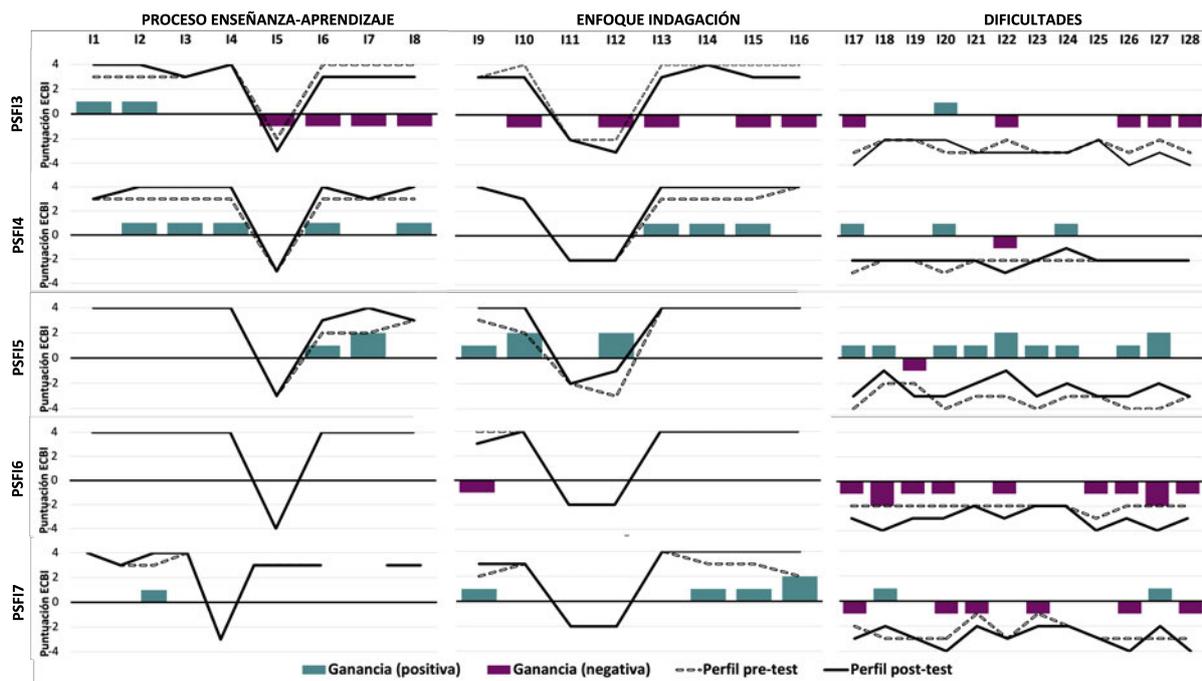


Figure 25. Comparación del pre/post test sobre ECBI y ganancia total

Aunque todos los participantes presentaban un perfil muy similar, PSFI3 y PSFI6 puntuaron más alto en el **pre-test**, lo que significa que iniciaron el PF con una visión muy favorable. Sin embargo, también experimentaron una menor ganancia después de completar el PF, particularmente evidente con PSFI6, que cambió negativamente la percepción de las dificultades al implementar la indagación. Por el contrario, aunque PSFI5, PSFI7 y PSFI4 mostraron un perfil **pre-test** más bajo, también experimentaron una mejora total significativa en sus percepciones de ECBI en las tres categorías principales (proceso de enseñanza-aprendizaje, enfoque de indagación y dificultades), siendo PSFI7 el que más evolucionó después de completar el PF.

2.4.2. Perfil emocional del PSFI

La figura 26 muestra el balance de emociones (**cuestionario emociones I**) respecto al balance positivo y negativo, por participante y etapa tras completar la **tarea 1**. A pesar de que PSFI3 experimentó un balance negativo en los pasos relacionados con la formulación de hipótesis y el diseño de la investigación, el balance para todos los demás PSFI fue positivo. Al considerar la frecuencia de la tipología de emociones por etapa, la mayoría de ellas son positivas, siendo la “inseguridad” la emoción negativa más repetida en un porcentaje inferior al 25% en las etapas **B, C, E, F o H**.

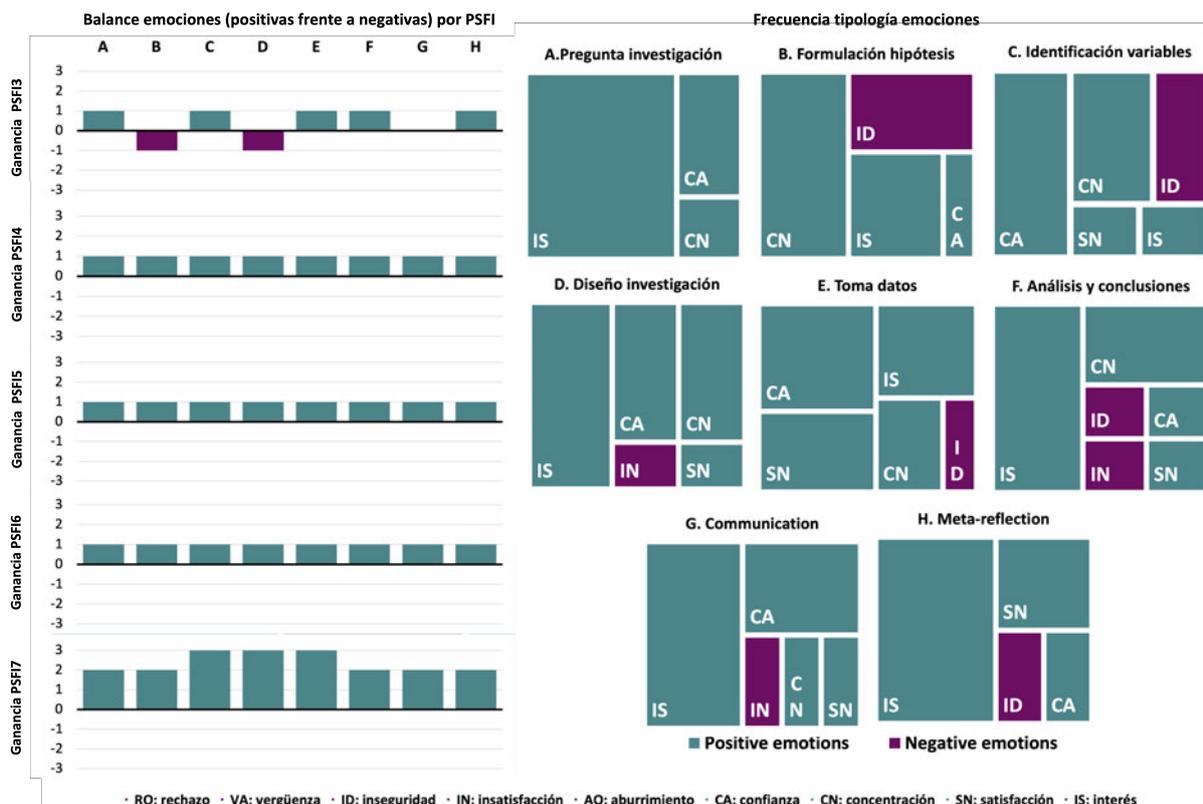


Figura 26. Perfil de emociones tras completar la **tarea 1**

La figura 27 muestra el balance de emociones (**cuestionario de emociones II**) respecto al balance positivo y negativo, por participante y etapa del diseño de actividades de indagación (**I-P**), como la etapa de contextualización (**J**), de gestión (**M**) o de implementación (**P**), entre otras. , tras completar la **tarea 2**. Este cuestionario hacía referencia a las emociones asociadas a cada una de estas etapas e incluía la misma tipología de emociones que el primer cuestionario. El cuadro completo (figura 27) muestra una predominancia de las emociones negativas en todos las etapas consideradas. Considerando las emociones particulares, de nuevo, la “inseguridad”, centrada ahora en las tareas como docente, es la emoción negativa más seleccionada con una frecuencia entre el 45% y el 25%, siendo la más predominante en las etapas de currículum (**L**), evaluación (**N**), y exposición (**O**). Analizando cada uno de los cinco participantes, PSFI4 fue el único participante con un balance global positivo.

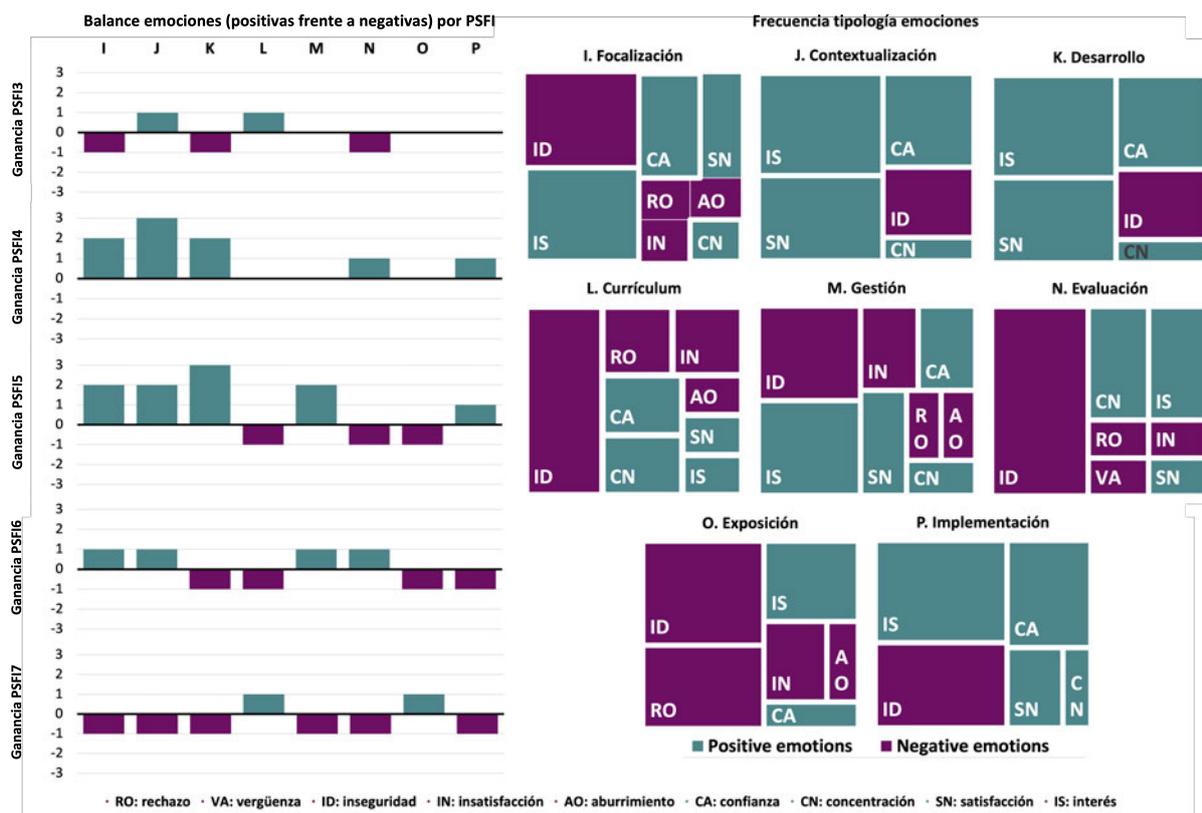


Figura 27. Perfil de emociones tras completar la **tarea 2**

En estos momentos del programa formativo parece lógico encontrar cierta “inseguridad”, que puede estar relacionada con una falta de confianza en sus habilidades docentes y que, como indican diversos estudios (Krämer et al., 2015; Nuangchalerm, 2017; Qablan, 2008) se traduce en adoptar indagaciones con un alto grado de guía por parte del docente. Por ello, es necesario abordar de forma explícita en los programas formativos, como se hizo en el del presente estudio, la cuestión del “grado de apertura” de las actividades de indagación y de cómo las profesoras y profesores pueden ir ajustándolo en función de las características de su alumnado, en particular de su grado de familiaridad con este tipo de actividades.

2.4.3. Diseño de propuestas de indagación

De acuerdo con el análisis de datos explicado, la tabla 10 muestra la frecuencia de las menciones a la palabra “indagación” (y aquellas estrechamente relacionadas) para cada categoría (apartado del TFM) por parte de cada uno de los PSFI.

Tabla 10. Frecuencia de menciones a indagación por categoría y PSFI

Códigos estructura TFM	PSFI					Total por categoría
	3	4	5	6	7	
Título	1	0	1	0	0	2
Resumen	1	1	1	0	1	4
Marco teórico	5	5	10	0	1	21
Diseño						
<i>Proyecto original (escenario presencial)</i>	13	5	18	11	20	67
<i>Desarrollo y evaluación</i>	16	13	2	8	25	64
<i>Nueva propuesta (escenario virtual)</i>	8	4	30	1	8	51

Códigos estructura TFM	PSFI					Total por categoría
	3	4	5	6	7	
Reflexión crítica	2	0	1	0	0	3
Referencias	5	0	3	0	2	10
Total por PSFI	52	29	67	21	58	227

En total, los participantes incluyeron hasta 227 menciones en sus informes de TFM, principalmente sobre el proyecto original (67), el desarrollo y evaluación (64) y la nueva propuesta (51). Por un lado, PSFI3, PSFI5 y PSFI7 incluyeron el mayor número de menciones (más de 50). Por otro lado, PSFI4 y PSFI6 insertaron menos de 30 registros.

Tras conocer el peso de las menciones a la indagación en sus diseños, se buscó la distribución de las mismas en función de la instrucción recibida durante el PF, que incluía aspectos relacionados con la introducción, currículo, metodología y evaluación de la indagación. Así, la tabla 11 muestra la frecuencia para cada característica y participante.

Tabla 11. Frecuencia de códigos analizados según la instrucción recibida en ECBI

Códigos aspectos ECBI	PSFI					Total por categoría	
	3	4	5	6	7		
I N T	Definición de indagación	1	0	1	0	1	3
	Relevancia						
	<i>Beneficios</i>	5	1	4	2	1	13
	<i>Dificultades</i>	0	0	1	0	0	1
	Formas y dimensiones						
	<i>Fases</i>	1	0	1	0	0	2
	<i>Carácter cíclico</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Grado andamiaje</i>	1	0	1	1	1	4	
C U R	Objetivos y competencias						
	<i>Objetivos didácticos</i>	2	0	1	0	1	4
	<i>Desarrollo competencial</i>						
	<i>Competencias clave</i>	2	0	4	4	5	15
	<i>Dimensiones PISA</i>	3	0	2	3	3	11
	Principios diseño						
	<i>Constructivismo</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Contextualización</i>	1	0	1	1	1	4	
<i>Aprendizaje cooperativo</i>	1	1	1	1	1	5	
M E T	Implementación						
	<i>Introducción investigación</i>	1	1	1	1	1	5
	<i>Pregunta investigable</i>	1	1	1	0	0	3
	<i>Hipótesis</i>	0	1	1	0	1	3
	<i>Variables</i>	1	0	1	1	1	4
	<i>Diseño investigación</i>	1	1	1	1	1	5
	<i>Recogida datos</i>	1	1	1	1	1	5
	<i>Análisis datos</i>	1	0	1	1	1	4
	<i>Conclusiones</i>	1	1	1	1	1	5
	<i>Comunicación resultados</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Meta-reflexión</i>	0	0	1	0	1	2	
E V A	Proceso evaluación	1	0	0	1	0	2
	Criterios evaluación	1	1	1	1	1	5
	Instrumentos	2	1	2	2	2	9
Total por PSFI	30	10	31	22	26	119	

Los aspectos curriculares se distribuyeron de manera más equitativa, excepto para PSFI4 que no incluyó ninguna mención a los objetivos didácticos o a la contribución al desarrollo competencial.

En el apartado de metodología, primero se observaron algunos de los principios de la indagación, con los cinco PSFI optando por el aprendizaje cooperativo, cuatro también considerando el aprendizaje basado en el contexto y solo dos (PSFI5 y PSFI7) mencionando el constructivismo. A continuación se atendió a la implementación, analizando si el diseño incluyó todos los pasos de la indagación. En esta parte se encontraron algunas dificultades a la hora de plantear las preguntas investigables o la hipótesis, con solo tres participantes mencionándola. Además, solo dos PSFI explicaron cómo abordar los pasos de comunicación y meta-reflexión.

Finalmente, solo PSFI3 y PSFI6 describieron una consideración general al relacionar la evaluación de la indagación, refiriéndose específicamente a los procesos de evaluación 360° (autoevaluación, co-evaluación y hetero-evaluación). El resto de participantes se limitó a explicar los criterios e instrumentos que utilizarían.

Atendiendo al número de menciones de cada participante y el número de aspectos incluidos, podríamos vislumbrar una clara diferenciación, lo que podría evidenciar la importancia que se le da a la indagación para su futura implementación en las aulas de Educación Secundaria. Por ejemplo, en el nivel 1, encontramos aquellos PSFI que incluyeron pobremente la indagación en su diseño y su marco teórico (PSFI4 y PSFI6), seguidos por PSFI7, quien mencionó correctamente la indagación en su diseño, pero no en la justificación (nivel 2). Finalmente, en el nivel 3, encontramos aquellos PSFI que reportaron una buena mención del diseño y una justificación adecuada en el marco teórico (PSFI3 y PSFI5).

2.4.4. Análisis por participante

2.4.4.1. PSFI3

PSFI3 fue una de los dos participantes más jóvenes (menores de 30 años). También era la única con experiencia investigadora, doctora en Física, y con experiencia previa en docencia no profesional en clases particulares.

Esta participante, que seleccionó el contexto deportivo en su TFM, obtuvo la puntuación más alta en el **pre-test** sobre ECBI, lo que significa que tenía una percepción muy favorable hacia la indagación, pudiendo estar relacionado con sus antecedentes previos en investigación. Sin embargo, después de completar el PF, experimentó algunas preocupaciones, especialmente relacionadas con la autonomía del alumnado y el nivel de andamiaje durante la indagación (**I5-I8**) o la contribución de la misma a la promoción de competencias científicas (**I15-I16**) (figura 25). También expresó algunas dificultades relacionadas con el manejo del aula o la falta de tiempo (**I26-E28**).

Sobre su perfil emocional en el rol estudiante (figura 26), experimentó algunas emociones negativas (inseguridad) durante la **tarea 1**, relacionadas con la formulación de hipótesis. De hecho, a pesar de que su TFM es el más completo de los cinco participantes, omitió este paso en su propuesta.

CAPÍTULO 2

También experimentó cierta inseguridad a la hora de enfocar, desarrollar el diseño y abordar la evaluación de su propuesta (figura 27) durante la **tarea 2**.

En su TFM, PSFI1 reconoció el mayor número de beneficios (5) al realizar la indagación (tabla 11), como el fomento de la argumentación y las habilidades, el pensamiento crítico o la motivación hacia la ciencia.

Un resumen de sus resultados se muestra en la tabla 12. Aunque terminó con la percepción más baja de la ECBI de todos los PSFI, en balance, alcanzó un alto desarrollo de indagación (nivel 3) en el diseño de la propuesta de ECBI.

Tabla 12. Resumen de resultados para PSFI3

Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
	Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
-11 Disminuye	+3 Positivo	-1 Negativo	52	30
			Nivel 3	

*Ganancia total en la comparación pre/post

2.4.4.2. PSFI4

PSFI4 fue la segunda ingeniera del grupo, grado compartido con PSFI7. Esta mujer de más de 30 años no tenía experiencia previa en investigación pero sí alguna práctica docente en clases particulares.

Su perfil ECBI cambió moderadamente después del PF en todas las categorías (figura 25), particularmente en algunos aspectos relativos a la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje (**I2-I3**, **I6** y **I8**), la contribución a la autonomía o las actitudes científicas (**I14-I16**). Su único balance negativo en las categorías de dificultades estuvo relacionado con la creencia de no sentirse segura con la ECBI (**I22**).

Su perfil emocional fue positivo en ambos cuestionarios (figuras 26 y 27), por lo que no experimentó gran preocupación a la hora de aplicar la indagación o diseñar su propuesta. Identificó solo un beneficio en su propuesta de diseño y su falta de conocimiento sobre ECBI también se refleja en la baja cantidad de menciones en su informe de TFM (29) con respecto a otros PSFI, especialmente las características clave incluidas, con solo 9 de ellas, que corresponden al nivel 1 en esta categoría (tablas 10 y 11).

Por último, como se muestra en la tabla 13, PSFI4 mostró una mayor percepción de ECBI después del PF, pero exhibió un nivel deficiente en el diseño de las actividades de ECBI.

Tabla 13. Resumen de resultados para PSFI4

Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
	Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
+10 Aumenta	+8 Positivo	+9 Positivo	29	10
			Nivel 1	

*Ganancia total en la comparación pre/post

2.4.4.3. PSFI5

Este participante era un hombre mayor de 30 años, graduado en Ciencias Ambientales y sin experiencia previa en investigación y en docencia. Su perfil inicial en ECBI era muy similar al de PSFI3. También expresó una clara preferencia por el uso de contextos de la vida real, lo que manifestó en su elección del uso de productos cotidianos (como la preparación de jabón) en su propuesta de indagación. Aunque su perfil inicial ECBI era ya bastante favorable (figura 25), finalizó el PF con un cambio positivo significativo, sobre todo en aspectos relacionados con la contribución de la indagación a la motivación o los problemas de aprendizaje del alumnado (**I9-I10**). Quizás el cambio más relevante estuvo en las dificultades (**I17-I28**), donde hay un balance global positivo para cada ítem, excepto por el acceso a programas de formación (**I19**).

Su primer perfil emocional exhibió un balance totalmente positivo para todos los pasos de la indagación (figura 26). De hecho, fue el único participante que los incluyó todos en su propuesta de diseño. No obstante, el segundo perfil emocional (figura 27), si bien presenta un balance bastante positivo, muestra algunas preocupaciones en diferentes pasos. Por ejemplo, expresó cierta inseguridad a la hora de adaptar su diseño al currículo o considerar la evaluación de su propuesta. Además, experimentó rechazo al presentar su proyecto de indagación. Sin embargo, incluyó la mayor cantidad de referencias (67) en su TFM, considerando casi todos los aspectos en su informe.

En resumen, además de la mayor percepción de ECBI después del PF, en balance presenta un alto perfil de desarrollo (nivel 3) en el diseño de la propuesta de indagación (tabla 14).

Tabla 14. Resumen de resultados para PSFI5

Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
	Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
+18 Aumenta	+8 Positivo	+7 Positivo	67	31
			Nivel 3	

*Ganancia total en la comparación pre/post

2.4.4.4. PSFI6

PSFI6 era el participante más joven (menos de 25 años) y compartía aspectos comunes con PSFI5, como el grado en Ciencias Ambientales y la falta de experiencia investigadora y docente. Sus resultados se asemejan a PSFI7 y, al igual que él, la evolución de su percepción sobre la ECBI fue completamente estática (figura 25), excepto por las dificultades, que fueron mucho peores después del PF, especialmente en lo que respecta a las actitudes del alumnado y el tiempo que consume: "Aunque es una actividad realizada sin necesidad de materiales específicos, algún inconveniente

importante puede ser la falta de tiempo para su preparación. Llevar este tipo de actividades al aula también dependerá del tipo de alumno”.

Este participante experimentó solo emociones positivas al involucrarse en las etapas de la indagación (figura 26), pero inseguridad en la parte de desarrollo y transferencia de su propuesta, la aplicación del currículum o la presentación (figura 27).

Incluyó un pobre número de menciones a la indagación en su informe (21) (tabla 10), olvidando además algunas características clave, como la definición de indagación, las fases o la relación con los objetivos didácticos. Además, su diseño no incluyó ninguna mención al planteamiento de la pregunta investigable, la formulación de la hipótesis, la comunicación o la meta-reflexión (tabla 11). En consecuencia, se clasificó en el nivel 1.

En definitiva, PSF16 comparte con PSF13 su percepción final más baja de la ECBI, exhibiendo también un bajo nivel en el diseño de las actividades de indagación (tabla 15).

Tabla 15 Resumen de resultados para PSF16

Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
	Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
-12 Disminuye	+8 Positivo	0 Neutro	21	22
			Nivel 1	

*Ganancia total en la comparación pre/post

2.4.4.5. PSF17

Este participante fue el único con experiencia docente profesional, pero en la Educación Superior Universitaria (concretamente en asignaturas de los Grados en Ingenierías Mecánica e Industrial). Aunque la evolución de sus percepciones sobre el PF fue bastante estática, al final del mismo mostró un balance negativo en la parte de dificultades (I17-I28) (figura 25).

Con respecto a los resultados del **cuestionario de emociones I** (figura 26), experimentó un balance altamente positivo para cada paso, a diferencia del segundo cuestionario (figura 27), en el que la inseguridad determinaba casi todas las fases (salvo el currículum y la presentación).

De acuerdo con el número de menciones a la indagación en su TFM (58) y las características incluidas (tablas 11 y 12), PSF17 desarrolló un nivel aceptable en su propuesta de enseñanza de la indagación. Por ejemplo, consideró solo un beneficio significativo en su propuesta (contribución al conocimiento del contenido) y obvió algunos pasos fundamentales en la implementación de la indagación, como el planteamiento de la pregunta investigable o la comunicación de los resultados.

En conclusión, PSF17 exhibió una percepción de indagación moderada después del PF y un desarrollo general moderado (nivel 2) en el diseño de actividades de indagación, respectivamente (tabla 16).

Tabla 16 Resumen de resultados para PSF17

Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
	Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
+2	+19	-4	58	26

Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
	Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
Se mantiene	Positivo	Inferior	Nivel 2	

*Ganancia total en la comparación pre/post

2.4.4.6. Comparativa global

Todos los participantes incluyeron una actividad de indagación en su TFM, y tres de ellos la diseñaron adecuadamente, incluyendo características clave en su propuesta. Más concretamente, el perfil emocional exhibido durante el PF, aunque con cierta inseguridad en pasos de diseño complejos (como la aplicación curricular, la gestión o la evaluación), fue bastante positivo, lo que puede contribuir a la inclusión final de la indagación en la futura práctica docente.

A modo de resumen, la tabla 17 recoge todos los resultados de este estudio de caso, representando el desempeño de cada PSFI para todas las fuentes de datos consideradas.

Tabla 17. Resumen de resultados del estudio de caso

PSFI	Percepción ECBI*	Emociones		Propuestas indagación TFM	
		Rol estudiante	Rol docente	Estructura	Aspectos
PSFI3	Disminuye	Positivo	Negativo	Nivel 3	
PSFI4	Aumenta	Positivo	Positivo	Nivel 1	
PSFI5	Aumenta	Positivo	Positivo	Nivel 3	
PSFI6	Disminuye	Positivo	Neutro	Nivel 1	
PSFI7	Se mantiene	Positivo	Inferior	Nivel 2	

*Ganancia total en la comparación pre/post

2.5. Referencias

- Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A., y García, F. J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22–33. <https://doi.org/10498/15710>
- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A. M., y Ellis, R. A. (2013). Inquiry-based learning in higher education: Principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. *Studies in Higher Education*, 38(9), 1239–1258. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.616584>
- Akuma, F. V., y Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching* 56(5), 619–648. <https://doi.org//10.1002/tea.21516>
- Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A., y Blanco-López, Á. (2018). Preservice elementary science teachers' argumentation competence: impact of a training program. *Instructional Science*, 46(5), 789-817. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9446-4>
- Clarke, H., Egan, B., Fletcher, L., y Ryan, C. (2006). Creating case studies of practice through Appreciative Inquiry. *Educational Action Research*, 14(3), 407–422. <https://doi.org/10.1080/09650790600847776>
- Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R., y Schauble, L. (2003). Design experiment in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13

- Cohen, L., Maniain, L., y Morrison, K. (2007). *Research methods in education. Sixth edition*. Routledge.
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., y Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? En O. E. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, y C. P. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (Vol. 5, pp. 1–26). Springer.
- Creswell, J. W., y Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE.
- Engeln, K., Euler, M., y Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: A comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 823–836. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0507-5>
- Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A. y Sanmartí-Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22–37. <https://doi.org/10498/16922>
- Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L. y López-Gay, R. (2019). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science and Technological Education*, 39(1), 44-67. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1647158>
- Krämer, P., Nessler, S. H., y Schlüter, K. (2015). Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. *Research in Science and Technological Education*, 33(3), 325-343. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1047446>
- Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., y Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Educativa*, 91, 72–89. <https://doi.org/10.12795/IE.2017.i91.05>
- Lotter, C., Harwood, W. S., y Bonner, J. J. (2006). Overcoming a learning bottleneck: inquiry professional development for secondary science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 185-216. <https://doi.org/10.1007/s10972-005-9002-3>
- Maass, K., y Engeln, K. (2014). *Report on the large-scale survey about inquiry based learning and teaching in the European partner countries*.
- Marshall, J. C., Smart, J., y Horton, R. M. (2009). The design and validation of EQUIP: an instrument to assess inquiry-based instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 299–321.
- McKeown, T. R., Abrams, L. M., Slattum, P. W., y Kirk, S. V. (2015). Enhancing teacher beliefs through an inquiry-based professional development program. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 2(1), 85-97. <https://doi.org/10.21891/jeseh.30143>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B.,

- Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Mesci, G., Schwartz, R. S., y Pleasants, B. A. S. (2020). Enabling factors of pre-service science teachers' pedagogical content knowledge for nature of science and nature of scientific inquiry. *Science and Education*, 29, 263-297. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00090-w>
- Ministerio de Educación y Ciencia [MEC]. (2007). Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín oficial del Estado* (Vol. 260, pp. 1–28).
- Muñoz-Campos, V., Franco-Mariscal, A. J. y Blanco-López, Á. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3201
- Nuangchalermp, P. (2017). Relationship between preferred and actual opinions about inquiry-based instruction classroom. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 67-73. <https://doi.org/10.30935/scimath/9498>
- Pekrun, R. y Linnenbrink-García, L. (Eds.) (2014). *International handbook of emotions in education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203148211.ch3>
- Pérez, M. C. B., y Furman, M. (2016). What is a scientific experiment? The impact of a professional development course on teachers' ability to design an inquiry-based science curriculum. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(6), 1387-1401. <https://doi.org/10.12973/ijese.2016.353a>
- Qablan, A. (2008). Why are we doing this? Preservice science teachers' interpretations of the role of open inquiry in understanding teaching. *Journal of Institutional Research*, 14(1), 24-42.
- Rodríguez-Arteche, I., y Martínez-Aznar, M. M. (2016). Indagación y modelos didácticos: La reflexión de cuatro profesores de Física y Química en formación inicial. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 145-160.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286–299. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., Sorensen, P. y Oliver, M. C. (2020). Highly recommended and poorly used: English and Spanish science teachers' views of inquiry-based learning (IBL) and its enactment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Rueda, J. A., Blanco, Á., España, E., y Brero, V. B. (2017). Justificaciones de profesorado de ciencias en formación inicial para la selección de actividades educativas. Influencia de una propuesta

CAPÍTULO 2

formativa. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 23(2), 277–300.
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i2.9685>

Saldaña, J. (2009). *The coding manual for qualitative researchers*. SAGE.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: what can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143. <https://doi.org/10.1002/sce.10044>

Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: design and methods*. SAGE.

CONCLUSIONES

Como siempre, al tratar con innovaciones reales, al comenzar sólo había teorías fragmentarias y ninguna experiencia o entrenamiento. Aprender haciendo fue el código del proceso, así como el código del sistema educativo que tratamos de construir.

Traducido de *The Aalborg Experiment*

3.1. Conclusiones del estudio 1

Para la pregunta de investigación [P1] (*¿cuáles son las percepciones del PSFI sobre el uso del enfoque de indagación en el aula?*), los resultados muestran, en términos generales, una percepción inicial del PSFI favorable a la indagación como enfoque de enseñanza. Esto se muestra en las siguientes conclusiones:

- Los resultados referidos al proceso de enseñanza-aprendizaje parecen muy satisfactorios, con un alto porcentaje de PSFI que considera apropiadas este tipo de metodologías para promover la motivación de los estudiantes y mejorar los problemas de aprendizaje, en línea con las implicaciones educativas descritas en la literatura (Aguilera et al. , 2018; Lotter, 2004).
- El hecho de que la práctica totalidad del PSFI considere que la eficiencia y el éxito al aplicar este enfoque son independientes del nivel de conocimientos previos del alumnado o de su rendimiento académico, invita a pensar que puede implementarse en diferentes contextos educativos, lo que confirma los resultados obtenidos por investigaciones relevantes al respecto (Vidal et al., 2017).

- La gran mayoría del PSFI coincide en afirmar que la indagación ayuda a fortalecer aspectos clave de las competencias científicas, como la promoción de la alfabetización científica, el desarrollo del pensamiento crítico o la autonomía, y la visibilización y el papel social de la ciencia. Estos resultados están de acuerdo con los descritos previamente en la literatura (Franco-Mariscal, 2015; Rueda et al., 2017).
- La importancia de brindar al alumnado oportunidades para expresar sus ideas, pilar fundamental de una correcta implementación, reconociendo todo el PSFI este proceso como fundamental.
- También se observan percepciones adecuadas sobre características esenciales de los procesos de indagación, aunque, paralelamente, la gran mayoría del PSFI se posiciona a favor de realizar actividades experimentales siguiendo las instrucciones del docente, aunque considerando fundamental que diseñen sus experimentos/investigaciones.

Este estudio incluye además la pregunta de investigación, **[P2]** (*¿qué relaciones, si las hay, se encuentran entre las percepciones y características específicas (género, edad, perfil académico o investigador, entre otras) de los perfiles del PSFI?*), cuyas conclusiones son las siguientes:

- El PSFI participante muestra un perfil homogéneo en torno a las variables estudiadas, encontrando únicamente diferencias significativas para alguna(s) variable(s) en 5 de los 30 ítems del cuestionario.
- Una de las más llamativas es la diferencia de género en la investigación y promoción de actitudes y valores científicos y hacia la ciencia, relación mejor valorada por el género femenino. Este resultado podría ser consistente con el de Minor et al. (2002), en el que las profesoras valoran más el entusiasmo por enseñar que sus compañeros. Para esta misma relación, se observan diferencias en cuanto a grupos de edad, lo que también podría explicarse por la diferente distribución de hombres y mujeres en los tres rangos de edad.
- Otra diferencia aparece con el perfil académico. Aquí, se percibe un sesgo en la importancia de que los estudiantes obtengan conclusiones derivadas de sus experimentos, simulaciones o modelos. Los PSFI que completaron carreras como química o biología estaban claramente de acuerdo en comparación con física o ingeniería química. Cabe señalar que este resultado no se ha discutido hasta ahora en la literatura. No es fácil explicar esta diferencia, teniendo en cuenta que todas estas carreras de ciencias incluyen muchos créditos para actividades prácticas. Aunque el carácter más o menos abierto de estas actividades durante su formación de grado podría influir en su percepción de obtención de conclusiones, la relación entre estos aspectos debería ser profundizada en futuros estudios.

También se ha analizado el perfil docente previo del PSFI, con varias diferencias:

- Por un lado, aquellos que ya habían impartido docencia en educación superior encontraron menos relevante la falta de material didáctico o el elevado número de alumnas y alumnos por clase a la hora de aplicar actividades de indagación.

- Estos resultados fueron totalmente opuestos a aquellos sin experiencia docente previa o con alguna experiencia a nivel de clases de tutoría, quienes se ven desbordados por el alto volumen de estudiantes o la falta de recursos, identificando mayores dificultades para implementar el enfoque de indagación.
- Hasta donde se ha investigado, estos resultados representan cierta novedad en el estudio de las percepciones del PSFI, sin que ningún otro estudio en la literatura analice estadísticamente la influencia del perfil docente previo.

Finalmente, en un estudio que trata sobre las percepciones de indagación, llama la atención que no se encontraran diferencias significativas en cuanto al perfil de investigación. Con una muestra en la que cerca del 80% del PSFI ha realizado alguna actividad investigadora (doctorado, TFM o TFG), no se encuentran diferencias frente al 20% de participantes que no han tenido contacto previo con la investigación científica. Este resultado muestra que no basta involucrarse en una actividad como la investigación para modificar las ideas anteriores sobre la práctica científica, sino que es necesario acompañar la actividad investigadora con la reflexión del propio proceso.

3.2. Conclusiones del estudio 2

Respecto a la tercera pregunta de investigación **[P3]** (*¿cómo diseñar y desarrollar un programa formativo sobre ECBI, para ayudar al PSFI a incorporar este enfoque didáctico en su futura práctica docente?*), el PF que se ha desarrollado en esta investigación, después de tres ciclos de IBD, ha permitido fomentar el enfoque de indagación y las habilidades asociadas en el proceso de formación inicial de profesorado. Una tarea que resulta a la vez compleja y multifacética debido al reto que supone ofrecer una formación de calidad y actualizada en cuanto a las últimas tendencias en didáctica de las ciencias experimentales, que recomiendan la ECBI como vía para el desarrollo social y económico de una ciudadanía responsable (European Commission, 2015; NRC, 2012).

Con el PF se ha mostrado la posibilidad de diseñar y evaluar una propuesta completa que trabaje aquellos requerimientos necesarios para adoptar un enfoque indagador en el aula, proporcionando a los docentes experiencias de aprendizaje alternativas que les permitan construir su práctica profesional a partir del análisis detallado de su experiencia y que contribuya a una mejor autopercepción de su capacidad para aplicar metodologías activas, potenciando su actitud y confianza (Durando et al., 2019). La relevancia del PF queda así reflejada en:

- La calidad de las actividades de indagación diseñadas, que incorporan una variabilidad de temáticas contextualizadas, cercanas al alumnado, y que le hacen partícipe del proceso de indagación a través de propuestas mayoritariamente guiadas.
- Las valoraciones recogidas por el PSFI participante, entre las que resaltan aquellas que destacan la utilidad de adoptar la indagación desde el rol del alumnado, que se refleja en comentarios del tipo: *“lo que más me ha gustado ha sido realizar nosotros mismos las actividades poniéndonos en el papel de los estudiantes”* o *“he encontrado de gran utilidad desarrollar las prácticas del yogur en el laboratorio para vivir la experiencia como alumnado”*.

- La percepción general de los formadores acerca de la implicación en las actividades planteadas es igualmente positiva, con un buen nivel de productividad y colaboración.

No obstante, el seguimiento de las sesiones de clase hace que sea necesario continuar profundizando en ciertos aspectos relacionados con la adaptación de contenidos o el grado de apoyo docente de las actividades de indagación diseñadas. En este sentido, la jornada de diseño *Educathon21*, ha contribuido a abordar estas deficiencias, resultando en una buena acogida por parte del PSFI que alienta a implementarla en futuras ediciones, considerando las bondades de esta estrategia para mejorar la motivación y el aprendizaje de esta muestra de profesorado. De forma más específica, esta jornada ha favorecido el trabajo *in situ* en un entorno virtual, desde un punto de vista tecnológico, desarrollando habilidades de pensamiento innovadoras a través de la participación en el diseño crítico de propuestas de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados obtenidos reflejan una valoración satisfactoria de la jornada, con una mayoría de PSFI que encuentra positiva la contribución a su formación docente. Esta percepción, unida al perfil emocional desarrollado en cada una de las diferentes fases de diseño y presentación de las propuestas didácticas, con una amplia representación de emociones de corte positivo manifiestan que, efectivamente, estos PSFI encuentran la indagación como un enfoque de enseñanza-aprendizaje de interés para su futura práctica docente, a pesar de encontrar algunas emociones negativas asociadas a la gestión del currículum y la evaluación de las propuestas diseñadas, principalmente.

Todos estos factores nos llevan a considerar una implementación del *Educathon21* en futuros cursos académicos,⁶ optimizado atendiendo a las sugerencias manifestadas por los PSFI, ampliando el tiempo de ejecución y la ubicación temporal de la propuesta, con objeto de obtener una mayor visión del proceso y quizás, poder incrementar el número de participantes con otras especialidades del MAES, dado el carácter transversal de los objetivos de diseño propuestos.

3.3. Conclusiones del estudio 3

Las conclusiones relacionadas con la pregunta de investigación [P4] (*¿qué emociones y percepciones sobre su propio aprendizaje manifiesta el PSFI al llevar a cabo una actividad de indagación?*), muestran, de forma general, un dominio de las emociones positivas de carácter epistémico ("interés" y "concentración"). Considerando el efecto activador que las emociones epistémicas positivas tienen en el logro de las expectativas docentes (Mellado et al., 2014), se encuentran satisfactorios y esperanzadores las emociones manifestadas por los PSFI en este estudio, que perciben la indagación como una práctica de interés.

Estos resultados son congruentes con los reportados en la bibliografía, al identificar los PSFI un gran "interés" en el proceso de indagación, sin duda consecuencia de la inclusión de una actividad indagatoria (en el rol de alumnado) como parte de su formación inicial (Alvarado et al., 2019; Jiménez-Liso et al., 2019). Sin embargo, deseamos destacar los siguientes aspectos específicos:

⁶ De hecho, esta propuesta se ha implementado como *Educathon22* en el curso 2021/2022, de forma presencial. Y más recientemente, como *Educathon22-RedINCE*, como parte de un Convenio Marco de Colaboración entre la Universidad de Málaga y Universidades Chilenas.

- En el grupo de las emociones negativas se han obtenido resultados similares a los descritos por Sánchez-Martín et al. (2018), asociados a etapas concretas de la indagación, si bien en nuestro estudio ningún participante manifestó "rechazo", y sí "inseguridad" e "insatisfacción". Dentro de este grupo se identifica la principal emoción negativa manifestada ("inseguridad"), seleccionada por 3 de los 8 PSFI. Esta falta de seguridad se manifiesta en la necesidad de realizar las actividades de indagación con un mayor nivel de guía que con el que ellos habían llevado a cabo la actividad.
- La ausencia de menciones emocionales en las reflexiones de los participantes, con sólo una expresión generalizada de "interés" y una mención individual a "miedo" no hace sino poner en evidencia la dificultad que encuentran a la hora de expresar emociones que, a priori, no se manifiestan espontáneamente, lo que requiere de un proceso de explicitación que favorezca su identificación y reconocimiento.
- Aunque no se aprecia una relación entre el grado de mejora y otras características de los participantes (género, edad, titulación, titulación académica, experiencia investigadora o docente), si se puede resaltar que dos de los participantes que mostraban menores cambios en la percepción de su aprendizaje eran los que poseían una mayor experiencia investigadora (PSFI3) o experiencia docente en el ámbito universitario (PSFI7). Estos resultados parecen lógicos, si se considera que quizás los participantes no hayan tenido oportunidad de realizar actividades de indagación durante sus etapas de estudiantes, teniendo en cuenta que este enfoque no está todavía muy extendido en la práctica educativa (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015).
- Con respecto a las etapas de la indagación, observamos una menor evolución en las relacionados con la formulación de hipótesis o la recogida y el procesamiento de datos, siendo estos aspectos en los que hay que profundizar más durante la formación. En contraposición, el cambio más llamativo se refiere a los procesos de meta-reflexión y de identificación de problemas investigables, lo que podría indicar un desconocimiento inicial al respecto.
- Todos los PSFI participantes afirmaron que aplicarían la indagación en sus futuras clases de ciencias, lo que podría indicar que todos están igualmente predispuestos a ello. Además, identificaron un buen número de ventajas y algunos inconvenientes en la línea de lo planteado en estudios anteriores sobre las bondades de la indagación (Chen et al., 2014; Marshall y Alstonl, 2014) o sobre dificultades para su implementación (Abril et al., 2014; Romero-Ariza et al., 2020).
- No se encuentra relación entre el número de emociones positivas experimentadas y la aplicabilidad de la indagación en el aula, con PSFI altamente favorables a la indagación que todavía experimentan alguna emoción negativa, y PSFI ambivalentes a la indagación cuya experiencia durante el proceso de indagación fue exclusivamente positiva.

- En aquellos casos en los que se expresó una emoción negativa, los PSFI continuaron identificando ventajas, pudiendo traducirse en una escasa influencia de las emociones negativas de cara a la futura implementación de la indagación, lo que parece no estar de acuerdo con lo planteado por diversos autores (Tomas et al., 2016).
- Se aprecia una cierta relación entre los perfiles de aplicabilidad y la percepción sobre el aprendizaje. Los tres estudiantes del perfil altamente favorable a la indagación indicaban que habían aprendido bastante sobre indagación, mientras que, en los perfiles favorables y ambivalentes, la percepción sobre su aprendizaje es notablemente menor, excepto en el caso del PSF5.

3.4. Conclusiones del estudio 4

Finalmente, las conclusiones alcanzadas en torno a la pregunta **[P5]** (*¿qué tipos de relaciones, si las hay, aparecen entre las percepciones y emociones del PSFI sobre la ECBI y la contextualización en la práctica de aula de propuestas de enseñanza sobre indagación elaboradas por ellos mismos?*) muestran que:

- En relación con la evolución de las percepciones sobre la ECBI, aunque no se aprecia ningún patrón en particular, sí se observa que, para todos los participantes, la percepción de las dificultades de implementación de la ECBI después del PF fue mayor. Esto podría significar que, si bien han entendido la esencia de la indagación, están más preocupados por su falta de experiencia (Tseng et al., 2013).
- Al considerar el perfil emocional, sí se diferencian dos tendencias separadas. Por un lado, se encuentran favorables las emociones experimentadas, cuando el PSFI desempeñó el rol del alumnado, en relación con el aumento de las emociones positivas en su aprendizaje. Sin embargo, las emociones relacionadas con su rol de docente, que varían de positivas a negativas, no fueron predecibles y no tuvieron relación con el grado de desarrollo y los niveles de calidad observados. Este resultado también podría coincidir con el descrito por Smit et al. (2021), que observó cómo las emociones del PSFI se volvían más negativas con el tiempo dentro de un curso de instrucción.
- No se encuentra ninguna relación al considerar el cambio en la percepción de la ECBI con respecto a la calidad de los diseños de actividades de indagación realizados. Estos resultados deben tomarse con cautela ya que la literatura describe ampliamente la influencia de las percepciones previas en el desempeño docente final de la ECBI (Akuma y Callaghan, 2019).
- Esta falta de tendencia también se manifiesta al considerar las emociones. Las emociones positivas experimentadas tanto en su rol de alumnado como en el de docente no necesariamente implican una percepción más favorable de la ECBI o mejores diseños de enseñanza de indagación.

En conjunto, estos resultados pueden exponer la necesidad de un mayor tiempo de aprendizaje y práctica para incorporar el cambio educativo docente requerido al practicar la ECBI, aunque, en general, el desempeño fue altamente satisfactorio.

3.5. Referencias

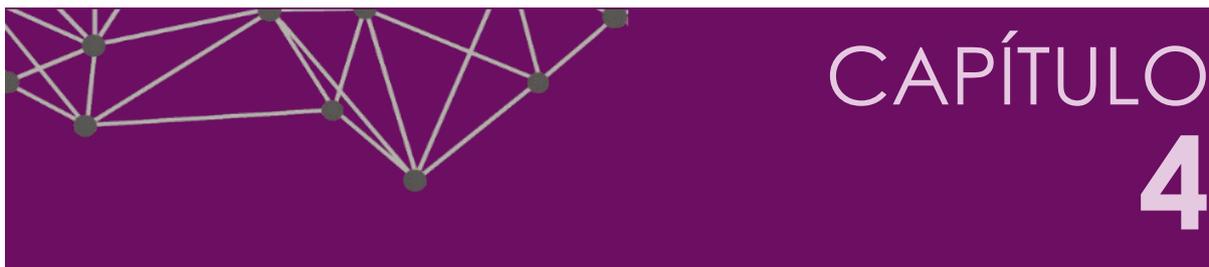
- Abril, A. M., Ariza, M. R., Quesada, A. y García, F. J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22–33. <https://doi.org/10498/15710>
- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., y Perales- Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-274. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- Akuma, F. V., y Callaghan, R. (2019). A systematic review characterising and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 619–648. <https://doi.org/10.1002/tea.21516>
- Alvarado, D. A. R., De las Heras Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2019). ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial al participar en un proyecto de indagación en el aula? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(2), 55–69. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4629>
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lin, H. S., Lawrenz, F. P., y Hong, Z. R. (2014). Longitudinal study of an after-school, inquiry-based science intervention on low-achieving children’s affective perceptions of learning science. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2133-2156. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.910630>
- Durando, M., Sjøberg, S., Gras- Velazquez, A., Leontaraki, I., Martin Santolaya, E., y Tasiopoulou, E. (2019). Teacher training and IBSE practice in Europe – A European Schoolnet overview. *European Schoolnet*.
- European Commission. (2015). *Science education for responsible citizenship*. <https://doi.org/10.2777/12626>
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1645>
- Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L. y López-Gay, R. (2019). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science and Technological Education*, 39(1), 44-67. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1647158>
- Lotter, C. (2004). Pre-service science teachers’ concerns through classroom observations and student teaching: special focus on inquiry teaching. *Science Educator*, 13(1), 29-38.

- Mansour, N. (2015). science teachers' views and stereotypes of religion, scientists and scientific research: a call for scientist–science teacher partnerships to promote inquiry-based learning. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1767-1794. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1049575>
- Marshall, J. C., y Alston, D. M. (2014). Effective, sustained inquiry-based instruction promotes higher science proficiency among all groups: A 5-year analysis. *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), 807-821. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9401-4>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Minor, L. C., Onwuegbuzie, A. J., Witcher, A. E., y James, T. L. (2002). Pre-service teachers' educational beliefs and their perceptions of characteristics of effective teachers. *Journal of Educational Research*, 96(2), 116-127. <https://doi.org/10.1080/00220670209598798>
- National Research Council [NRC]. (1996). *National Science Education Standards*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.1021/ed072p287>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., Sorensen, P. y Oliver, M. C. (2020). Highly recommended and poorly used: English and Spanish science teachers' views of inquiry-based learning (IBL) and its enactment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Rueda, J. A., Blanco, Á., España, E., y Brero, V. B. (2017). Justificaciones de profesorado de ciencias en formación inicial para la selección de actividades educativas. Influencia de una propuesta formativa. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 23, 277-300. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i2.9685>
- Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F. y Dávila-Acedo, M. A. (2018). Emotional responses to innovative science teaching methods: acquiring emotional data in a general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346–359. <https://doi.org/10.3926/jotse.408>
- Smit, R., Robin, N., y Rietz, F. (2021). Emotional experiences of secondary pre-service teachers conducting practical work in a science lab course: individual Differences and prediction of teacher efficacy. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(5), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00034-x>
- Tomas, L., Rigano, D., y Ritchie, S. M. (2016). Students' regulation of their emotions in a science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 234–260. <https://doi.org/10.1002/tea.21304>

- Tseng, C. H., Tuan, H. L., y Chin, C. C. (2013). How to help teachers develop inquiry teaching: perspectives from experienced science teachers. *Research in Science Education*, 43(2), 809–825. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9292-3>
- Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. A. (2015). Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 261, 343–363.
- Vidal, M., Yebra, M., y Membiela, P. (2017). Trabajando proyectos de indagación científica con estudiantes de bajo rendimiento académico. *X Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias*, 1485–1490.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CONTINUIDAD E INVESTIGACIONES FUTURAS

Llegar a una meta es el punto de partida para otra.

Traducido de *John Dewey*

Los resultados y las conclusiones que se plantean en los capítulos anteriores se han obtenido con un número reducido de PSFI, lo que lleva a considerar que no se pueden establecer conclusiones generalizables, y a entender esta investigación como un estudio exploratorio que ha hecho emerger algunas hipótesis de trabajo de cara a investigaciones futuras. En este sentido, la percepción del PSFI sobre el aprendizaje acerca de la indagación y el grado de aplicabilidad en el aula son dos aspectos que parecen estar relacionados. De ser así, parece necesario que el PSFI, si no lo ha hecho en su etapa de estudiante, se involucre en actividades de indagación y reflexione sobre su propio aprendizaje durante ellas. Si estas actividades le ayudan a aprender, puede que el PSFI asuma que también puede ayudar a aprender a su futuro alumnado. A este objetivo puede contribuir el proyecto en el que la doctoranda se encuentra trabajando actualmente, dedicado al desarrollo de la identidad profesional docente vinculada a la indagación.⁷

Considerando el efecto directo que presenta para la formación inicial el diseño de actividades que enfatizan la participación activa y la construcción del conocimiento, encontramos que el PF

⁷ Proyecto **B1-2020-23** "Desarrollo y seguimiento de la identidad docente de profesorado de secundaria en formación inicial y novel a través de un programa específico sobre indagación en la especialidad de física y química del máster de profesorado", financiado por el Plan Propio de la Universidad de Málaga. Para saber más: <https://www.inquiryteacherid.com>

CAPÍTULO 4

desarrollado en esta investigación ha contribuido a promover el interés y las emociones positivas, haciendo partícipe al PSFI de los procesos de indagación y proporcionándole una forma de autoconocimiento al respecto. No obstante, parece necesario continuar trabajando en esta línea, con futuros estudios que proporcionen herramientas para una mejor autorregulación emocional. Para ello, y teniendo en cuenta las expresiones manifestadas en los diferentes cuestionarios de evaluación, se contempla ampliar el tiempo de ejecución y la ubicación temporal de la propuesta, con objeto de potenciar las habilidades desarrolladas por los PSFI.

Como se muestra a lo largo del estudio 4, la escasa diferencia en los resultados del pre- y post-test al medir las percepciones sobre la ECBI hace que se reconsidere la complejidad que supone superar el cambio conceptual que para el PSFI supone la ECBI. Para afrontar este desafío y teniendo en cuenta el escenario tan inusual al que se enfrentaron estos participantes debido a la situación de la COVID-19, que anuló las posibilidades de una docencia presencial, pueden considerarse varias mejoras:

- Profundizar en las estrategias de enseñanza de la indagación, revisar los procesos de diseño e implementación y asegurar que las actividades reflejen todos los conceptos que el PSFI ya ha incorporado.
- Incorporar al PF el apoyo que pueden brindar otros docentes experimentados en la ECBI, actuando como mentores relatando experiencias reales y potenciando la autoeficacia que este PSFI demanda para la enseñanza de la indagación. En este sentido, puede contribuir la participación de la doctoranda en el proyecto IndagaSTEAM Escuela, en el que se cuenta con una red de docentes en ejercicio que desde 2019 va adquiriendo progresivamente experiencia en la implementación de actividades de indagación con su alumnado.⁸

⁸ Proyecto IndagaSTEAM Escuela “Desarrollo del pensamiento crítico en alumnado de primaria y alumnado de secundaria. Intervenciones STEAM en proyectos escolares con enfoques de indagación y contextualización”, estructurado en el marco del convenio de colaboración educativa suscrito entre la Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía (CEJA) y las Universidades andaluzas. Para saber más: <https://indagasteamescuela.uma.es>

CONTRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS

Conocer, describir, publicar: este es el destino de una científica.

Traducido (y adaptado) de *François Arago*

A lo largo de este capítulo se muestra un resumen de las contribuciones complementarias [CC] realizadas durante el transcurso de la tesis doctoral tanto a nivel de publicaciones como de comunicaciones presentadas en congresos nacionales e internacionales, con el fin de ofrecer una visión completa de todo el trabajo llevado a cabo.

5.1. Publicaciones

[CC1] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T. y Blanco-López, A. (2020). Percepciones de docentes de Educación Primaria participantes en el programa Andalucía Profundiza sobre el aprendizaje cooperativo y por investigación. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6536>

5.2. Comunicaciones a congresos

[CC2] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (octubre, 2019). *Diseño y optimización de actividades de indagación mediante herramientas TIC para profesorado de ciencias en formación inicial [comunicación oral]*. 7º Congreso Internacional sobre Buenas Prácticas con TIC, Málaga, España.

[CC3] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (noviembre, 2020). *Efectos de un programa de indagación en las emociones de profesorado de secundaria en formación inicial [comunicación oral]*. 1^{er} Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía, Málaga, España.

[CC4] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (noviembre, 2020). *Percepciones de docentes de ciencias de secundaria en formación inicial sobre el enfoque de indagación y su relación con finalidades CTS [comunicación oral]*. VII Seminario Iberoamericano CTS, Valencia, España.

[CC5] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (febrero, 2021). *Importancia del énfasis curricular en Ciencia, Tecnología y Sociedad en el uso del enfoque didáctico de contextualización. Actitudes de profesorado en formación inicial [póster]*. 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Córdoba, España.

[CC6] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (septiembre, 2021). *Evolución de las preferencias sobre el énfasis curricular en profesorado de secundaria en formación inicial [comunicación oral]*. XI Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Lisboa, Portugal.

[CC7] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (septiembre, 2021). *Design, implementation and evaluation of an inquiry training program with Physics and Chemistry pre-service teachers [póster]*. 14th ESERA Conference 2021, Braga, Portugal.

[CC8] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (octubre, 2021). *El hackathon como estrategia para la promoción de la indagación y la contextualización en la formación inicial de profesorado de secundaria [comunicación oral]*. 8^o Congreso Internacional sobre Buenas Prácticas con TIC, Málaga, España.

[CC9] García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (octubre, 2022). *Promoción de los ODS a través del diseño de indagaciones en el Máster en Profesorado [póster]*. 1^{er} Congreso Internacional sobre Sostenibilidad Curricular y ODS en la Formación Universitaria, Valencia, España.

ANEXO 1. Contribuciones principales completas

A1.1. Contribución principal CP1

Título: Perceptions of pre-service secondary science teachers on inquiry-based science education. An analysis of the demographic variables

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: artículo

Revista: European Journal of Science and Mathematics Education

ISSN: 2301-251X

Año: 2021 **Volumen:** 9 **Páginas:** 168-182

DOI: <https://doi.org/10.30935/scimath/11205>

Publicado por: Bastas (Chipre)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexada en ERIC y SCOPUS (categoría Social Sciences – Education) SJR = 0.33, cuartil Q3, 2021

Resumen: Implementing the inquiry approach in the science classroom represents a challenge for pre-service secondary science teachers due to the perceptions they build around inquiry and determine their future teaching practice. In this work, we analyse the perceptions of 46 students of the science specialities of the Master's Degree in Secondary Education Teaching, using the design of a questionnaire adapted from the PRIMAS project. The results obtained show some initial perceptions of the participants with a very homogeneous profile for the variables analysed, finding them favourable to the inquiry as a teaching approach, although showing some concrete difficulties. We also found some statistically significant differences regarding gender and previous academic and teaching experience. However, the prior research background associated with the science and technological degrees completed by the participants seemed not to affect their perception about inquiry. We finally raise some implications of the results obtained and give some orientation that might be useful for the initial training of secondary science teachers.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

A1.2. Contribución principal CP2

Título: Diseño y optimización de actividades de indagación mediante herramientas TIC para profesorado de ciencias en formación inicial En E. Sánchez, J. Ruiz y E. Sánchez (coords.). *Innovación y tecnología en contextos educativos*

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: capítulo de libro

ISBN: 978-84-17449-93-3

Año: 2019

Publicada por: UMA editorial (España)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexado en base de datos SPI (Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences), categoría General, editoriales españolas, ICEE 13, posición 93/105, cuartil Q4, 2018

Resumen: Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en una valiosa herramienta educativa que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje no solo del alumnado, sino del profesorado en formación inicial, que precisa de su utilización eficaz para adquirir el desarrollo profesional docente acorde a las demandas de la sociedad tecnológica en la que nos encontramos. En el caso de la indagación, un enfoque didáctico de carácter interactivo, las herramientas TIC se postulan como imprescindibles para llevar a la práctica este tipo de metodologías. Por ello, este trabajo muestra el diseño e implementación de una propuesta formativa en indagación para profesorado de ciencias a través de un entorno enriquecido TIC que proporcione los medios necesarios para una correcta aplicación en el aula.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

A1.3. Contribución principal CP3

Título: Propuesta formativa sobre indagación para profesorado de Física y Química en formación inicial. En D. Cebrián, A.J. Franco, T. Lupión y C. Acebal (Coords.) *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía. Transferencia al aula*

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: capítulo de libro

ISBN: 978-84-18058-92-9

Año: 2020

Publicada por: Graó (Barcelona)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexado en base de datos SPI (Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences), categoría Educación, editoriales españolas, ICEE 137, posición 2/53, cuartil Q1, 2018

Resumen: Este capítulo pretende poner en valor la formación inicial del profesorado de secundaria centrada en la indagación, un enfoque didáctico que permite al alumnado participar activamente en su aprendizaje, a través de la formulación de preguntas y la resolución de problemas. El éxito de su aplicación requiere de un cambio en el rol del docente, que a menudo experimenta dudas sobre cómo implementar este tipo de propuestas, qué estrategias y herramientas utilizar o si verdaderamente tendrá un impacto positivo en el éxito de su alumnado. Por ello, en este capítulo se aborda el diseño y desarrollo de una propuesta formativa dirigida a profesorado de secundaria en formación inicial, en la que, a partir de las conclusiones más relevantes encontradas en la literatura al respecto, se integra la instrucción en el conocimiento del contenido pedagógico sobre indagación, brindando apoyo en el diseño e implementación de este tipo de actividades y favoreciendo su transferencia a la práctica. Se describen las actividades que configuran la propuesta formativa, los instrumentos de evaluación utilizados y su contribución al desarrollo de habilidades docentes para la indagación. Finalmente, se plantean algunas consideraciones generales sobre la propuesta formativa.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

A1.4. Contribución principal CP4

Título: EDUCATHON21 – Desarrollo de una jornada de diseño para promover los enfoques de indagación y contextualización en el profesorado de formación inicial de Física y Química. En T. Linde F. D. Guillén, A. Cívico, y E. Sánchez (coords.). *Tecnología y educación en tiempos de cambio*

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: capítulo de libro

ISBN: 978-84-1335-132-3

Año: 2021

Publicada por: UMA editorial (España)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexado en base de datos SPI (Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences), categoría General, editoriales españolas, ICEE 13, posición 93/105, cuartil Q4, 2018

Resumen: Este artículo muestra una descripción sobre el diseño, implementación y evaluación del Educathon21, una jornada intensiva, en formato virtual, de diseño de propuestas de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de promover los enfoques didácticos de indagación y contextualización en profesorado de ciencias en formación inicial. Se trata de la adaptación al ámbito de la educación científica del *hackathon*, una estrategia surgida en el mundo profesional tecnológico. Se ha implementado en el seno del Máster en Profesorado de la Universidad de Málaga durante el curso 2020/2021, participando 18 estudiantes de la especialidad de Física y Química de dicho Máster. Se presentan los resultados obtenidos en término de producciones de los estudiantes y se concluye que esta jornada ha favorecido el trabajo *in situ*, en un entorno virtual, ayudando a los participantes a desarrollar habilidades de pensamiento innovadoras a través de su implicación en el diseño de propuestas de enseñanza-aprendizaje.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

A1.5. Contribución principal CP5

Título: Emociones y percepciones sobre indagación de profesorado en formación inicial

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: artículo

Revista: Investigación en la escuela. Revista de Investigación e Innovación Educativa

ISSN: 2443-9991

Año: 2020 **Volumen:** 102 **Páginas:** 54-70

DOI: <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.04>

Publicada por: Universidad de Sevilla (España)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexada en Dialnet, Dulcinea, Iresie, MIAR, REDIB y en el catálogo Latindex (30 indicadores)

Resumen: En los últimos años, la investigación didáctica sobre el perfil emocional del profesorado ha ganado especial relevancia, dada la repercusión que su diagnóstico y autorregulación tienen en el proceso de enseñanza. El uso de enfoques innovadores, como la indagación, lleva además asociado una serie de emociones que pueden derivar en dificultades para su aplicación, resultando por tanto esencial incorporar su estudio en los programas de formación inicial. Por ello, este trabajo analiza las posibles relaciones entre las emociones asociadas a los procesos de indagación, la percepción sobre su aprendizaje y la aplicabilidad en las clases de ciencia, que manifiestan ocho profesores de secundaria en formación inicial de la especialidad de Física y Química del Máster de Profesorado. Se ha utilizado un método mixto en el que se emplea como instrumentos un cuestionario y las reflexiones de los participantes tras realizar una actividad de indagación. Los resultados muestran una percepción favorable a la indagación, con una prevalencia de emociones positivas, así como una mejora en la percepción del aprendizaje sobre las etapas de indagación tras completar la actividad. En general, observamos una predisposición a implementar este tipo de actividades, aunque no encontramos relación entre la percepción sobre la aplicabilidad y las emociones, pero sí con la percepción sobre su propio aprendizaje.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

A1.6. Contribución principal CP6

Título: Effects of an inquiry-based science education training program on secondary pre-service teachers. A mixed-methods case study (aceptada para publicación)

Autores: Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Tipo de publicación: artículo

Revista: Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education

ISSN: 1305-8215

Año: 2022 **Volumen:** 18

DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/12578>

Publicada por: Modestum (Reino Unido)

Indicadores de calidad científica de la revista: indexada en ERIC y SCOPUS (categoría Social Sciences – Education) SJR =0.57, cuartil Q2, 2021

Resumen: The purpose of this research is to evaluate the impact of a one-semester training programme on the teaching profile of five pre-service secondary science teachers, following a case study that allows us to focus closely on their perceptions related to inquiry-based science education. Through a mixed-methods analysis of a variety of qualitative and quantitative research instruments, we aim to identify the changes in the pre-service teachers' inquiry-based science education educational achievements in terms of their capability to effectively design inquiry activities, as well as in the perceptions affecting their teaching practice concerning emotions and self-efficacy. After a general overview of the results, we provide a specific vision for each participant, and present the conclusions regarding the acceptable level developed in both inquiry learning and teaching. Finally, we analyse the possible links between all the factors considered (perceptions, emotions and design performance) and put forward several suggestions for professional development programmes.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANEXO 2. Cuestionario sobre indagación

BLOQUE I. Identificación

Con objeto de caracterizar la muestra de estudiantes que va a completar este cuestionario, te pedimos que respondas a unas preguntas sobre tu perfil como estudiante del Máster de Formación del Profesorado.

a. ¿En qué rango de edad te encuentras?	<input type="checkbox"/> Menor de 25 años <input type="checkbox"/> Entre 25 y 30 años <input type="checkbox"/> Mayor de 30 años
b. Por favor, indica tu sexo. (Esta pregunta es importante para conocer si se produce un sesgo por sexo en la investigación)	<input type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Mujer
c. ¿A qué especialidad del MAES perteneces?	<input type="checkbox"/> Biología y Geología <input type="checkbox"/> Física y Química
d. ¿Desde qué titulación accedes al MAES?	
e. ¿Has tenido/tienes alguna experiencia de docencia? ¿Cuál? (Ej. clases particulares, academia, docencia universitaria...)	
f. ¿Has tenido/tienes alguna experiencia de investigación? ¿Cuál? (Ej. trabajo de investigación en grado, TFM, doctorado...)	

BLOQUE II. El proceso de enseñanza-aprendizaje

Las siguientes cuestiones están orientadas a conocer tu opinión sobre las prácticas que mejoran o no el proceso de enseñanza-aprendizaje en lo referido a interacciones y dinámicas de aula. Responde a cada una de ellas eligiendo una única respuesta para cada frase (TD: totalmente en desacuerdo, ED: en desacuerdo; DA: de acuerdo; TA: totalmente de acuerdo)..

¿En qué medida estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones?	TD	ED	DA	TA
I1. Hay que proporcionar oportunidades al alumnado para que exprese y explique sus propias ideas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I2. Considero necesario que el alumnado tenga discusiones/debatan sobre el tema que estemos trabajando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I3. Es importante que el alumnado participe en el debate y las discusiones que se establezcan en clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I4. Es importante realizar actividades prácticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I5. Es importante que el alumnado realice experimentos/simulaciones/modelizaciones siguiendo mis instrucciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I6. Es fundamental que el alumnado diseñen sus propios experimentos/investigaciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I7. El alumnado debe realizar investigaciones/experimentos para demostrar/comprobar sus propias ideas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I8. Es fundamental que el alumnado obtenga conclusiones a partir de los experimentos/simulaciones/modelos que ellos mismos han realizado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BLOQUE III. Tu visión como futuro docente

A continuación, se presentan una serie de cuestiones sobre tu futura práctica como docente, referidas especialmente a tu concepción sobre el enfoque de indagación. ¿En qué medida estás de acuerdo con cada una de ellas? (Elige una única respuesta para cada frase). (TD: totalmente en desacuerdo, ED: en desacuerdo; DA: de acuerdo; TA: totalmente de acuerdo)..

Creo que el enfoque didáctico de indagación...	TD	ED	DA	TA
I9. ...es adecuado para afrontar problemas de motivación del alumnado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I10. ...es apropiado para abordar los problemas de aprendizaje del alumnado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I11 ...requiere que el alumnado tenga un amplio conocimiento inicial.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I12. ...no es efectivo en alumnado de bajo rendimiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I13. ...desarrolla el pensamiento crítico del alumnado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I14. ...favorece la adquisición de actitudes y valores científicos y hacia la ciencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I15. ...promueve el desarrollo de la autonomía y la iniciativa personal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I16 ...ayuda a visibilizar el papel de la ciencia en la sociedad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PA1. ¿Crees que existe algún otro aspecto beneficioso con el que la indagación puede contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias? ¿Cuál? Justifica tu respuesta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Creo que a la hora de poner en práctica la ECBI tendría dificultades porque...	TD	ED	DA	TA
I17. ...no dispondría de materiales didácticos adecuados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I18. ...no está incluido en los libros de texto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I19 ...necesitaría acceso a programas de formación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I20. ...no se suele disponer de suficientes recursos, como ordenadores o laboratorios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I21. ...me preocupa que empeore el comportamiento de mi alumnado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I22. ...no me siento seguro con esta metodología.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I23 ...me preocupa que mis alumnas y alumnos se puedan sentir perdidos y frustrados en su aprendizaje.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I24. ...es difícil gestionar el trabajo en grupo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I25. ...en el currículo no se fomenta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I26. ...no habría tiempo suficiente para cumplir la programación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I27. ...las evaluaciones a las que se enfrenta mi alumnado no tienen en cuenta todos los aspectos de la indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I28.... habitualmente el número de alumnas y alumnos por clase es muy elevado para que la práctica de indagación sea efectiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PA2. Además de las ya mencionadas, ¿crees que existe alguna otra dificultad a la hora de aplicar indagación? ¿Cuál? Justifica tu respuesta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 3. Resultados estadísticos

PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE																
Variable	INTERACCIÓN				PRÁCTICAS EXPERIMENTALES						INDAGACIÓN					
	I1		I2		I3		I4		I5		I6		I7		I8	
	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p
Género		0.51		0.49		0.54		0.73		0.87		0.09		0.17		0.64
<i>Hombre</i>	3.95 (±0.23)		3.68 (±0.48)		3.74 (±0.45)		3.89 (±0.32)		3.16 (±0.60)		3.00 (±0.58)		3.42(± 0.51)		3.53 (±0.70)	
<i>Mujer</i>	3.89 (±0.32)		3.78 (±0.42)		3.81 (±0.40)		3.93 (±0.27)		3.15 (±0.77)		3.30 (±0.54)		3.63 (±0.49)		3.67 (±0.48)	
Edad		0.74		0.24		0.46		0.68		0.81		0.39		0.88		0.20
< 25	3.94 (±0.24)		3.82 (±0.39)		3.88 (±0.33)		3.94 (±0.24)		3.06 (±0.90)		3.29 (±0.77)		3.59 (±0.51)		3.71 (±0.59)	
25-30	3.93 (±0.27)		3.57 (±0.51)		3.71 (±0.47)		3.86 (±0.36)		3.14 (±0.54)		3.14 (±0.36)		3.50 (±0.52)		3.71 (±0.47)	
> 30	3.87 (±0.35)		3.79 (±0.43)		3.79 (±0.43)		3.93 (±0.27)		3.29 (±0.61)		3.07 (±0.47)		3.57 (±0.51)		3.50 (±0.52)	
Especialidad		0.16		0.14		0.59		0.16		0.53		0.40		0.18		0.51
<i>B&G</i>	3.87 (±0.34)		3.81 (±0.40)		3.81 (±0.40)		3.87 (±0.34)		3.10 (±0.75)		3.23 (±0.56)		3.61 (±0.50)		3.58 (±0.56)	
<i>F&Q</i>	4.00 (±0.00)		3.60 (±0.51)		3.73 (±0.46)		4.00 (±0.00)		3.27 (±0.59)		3.07 (±0.59)		3.40 (±0.51)		3.67 (±0.62)	
Grado acceso		0.88		0.48		0.60		0.88		0.42		0.15		0.51		0.04
<i>B</i>	3.86 (±0.36)		3.71 (±0.47)		3.71 (±0.47)		3.86 (±0.36)		2.86 (±0.86)		3.29 (±0.47)		3.57 (±0.51)		3.71 (±0.47)	
<i>BQ/F/Q</i>	4.00 (±0.00)		3.73 (±0.46)		3.87 (±0.35)		4.00 (±0.00)		3.20 (±0.68)		3.20 (±0.67)		3.60 (±0.51)		3.87 (±0.35)	
<i>CCAA/TA</i>	3.83 (±0.39)		3.83 (±0.39)		3.83 (±0.39)		3.83 (±0.39)		3.42 (±0.51)		3.17 (±0.58)		3.58 (±0.52)		3.33 (±0.65)	
<i>FI/IF/IQ</i>	4.00 (±0.00)		3.60 (±0.55)		3.60 (±0.55)		4.00 (±0.00)		3.20 (±0.45)		2.80 (±0.45)		3.20 (±0.45)		3.20 (±0.84)	
Docencia		0.51		0.46		0.51		0.05		0.89		0.36		0.35		0.98
<i>Universitaria</i>	3.92 (±0.28)		3.62 (±0.51)		3.69 (±0.48)		3.92 (±0.28)		3.15 (±0.69)		3.00 (±0.58)		3.62 (±0.51)		3.62 (±0.51)	
<i>Clases particulares</i>	3.95 (±0.22)		3.81 (±0.40)		3.86 (±0.36)		4.00 (±0.00)		3.10 (±0.77)		3.19 (±0.60)		3.43 (±0.51)		3.62 (±0.59)	
<i>Ninguna</i>	3.83 (±0.39)		3.75 (±0.45)		3.75 (±0.45)		3.75 (±0.45)		3.25 (±0.62)		3.33 (±0.49)		3.67 (±0.49)		3.58 (±0.67)	
Investigación		0.79		0.09		0.54		0.09		0.64		0.71		0.97		0.97
<i>Doctorado</i>	3.92 (±0.29)		3.58 (±0.51)		3.67 (±0.49)		3.92 (±0.29)		3.25 (±0.62)		3.08 (±0.51)		3.58 (±0.51)		3.58 (±0.51)	
<i>TFM</i>	3.91 (±0.30)		3.82 (±0.40)		3.82 (±0.40)		4.00 (±0.00)		3.36 (±0.50)		3.27 (±0.47)		3.55 (±0.52)		3.64 (±0.50)	
<i>TFG</i>	4.00 (±0.00)		4.00 (±0.00)		3.89 (±0.33)		4.00 (±0.00)		3.00 (±1.00)		3.33 (±0.71)		3.56 (±0.53)		3.67 (±0.71)	
<i>Otra</i>	3.80 (±0.45)		3.40 (±0.55)		3.60 (±0.55)		3.60 (±0.55)		2.80 (±0.84)		3.20 (±0.45)		3.60 (±0.55)		3.60 (±0.55)	
<i>Ninguna</i>	3.80 (±0.33)		3.78 (±0.44)		3.89 (±0.33)		3.89 (±0.33)		3.11 (±0.60)		3.00 (±0.71)		3.44 (±0.53)		3.56 (±0.73)	

Nota: Los valores en negrita representan percepciones estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

B: biología; BQ: bioquímica; F: farmacia; Q: química; CCAA: ciencias ambientales; TA: tecnología de los alimentos; FI: física; IF: ingeniería forestal; IQ: ingeniería química; TFM: Trabajo Final de Máster, TFG: Trabajo Final de Grado

Variable	ENFOQUE INDAGACIÓN															
	MOTIVACIÓN				CONOCIMIENTO				COMPETENCIA CIENTÍFICA							
	I9		I10		I11		I12		I13		I14		I15		I16	
	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p
Género		0.41		0.33		0.09		0.07		0.15		0.03		0.14		0.54
<i>Hombre</i>	3.26		3.21		2.26		2.11		3.37		3.32		3.37		3.53	
	(±0.45)		(±0.54)		(±0.65)		(±0.46)		(±0.60)		(±0.58)		(±0.50)		(±0.61)	
<i>Mujer</i>	3.37		3.37		1.89		1.78		3.59		3.67		3.59		3.37	
	(±0.63)		(±0.56)		(±0.70)		(±0.70)		(±0.64)		(±0.55)		(±0.50)		(±0.74)	
Edad		0.72		0.63		0.91		0.51		0.34		0.02		0.65		0.09
< 25	3.24		3.41		2.00		1.82		3.65		3.65		3.59		3.71	
	(±0.66)		(±0.51)		(±0.71)		(±0.64)		(±0.49)		(±0.49)		(±0.51)		(±0.59)	
25-30	3.43		3.21		2.14		2.07		3.29		3.14		3.43		3.29	
	(±0.51)		(±0.58)		(±0.86)		(±0.62)		(±0.73)		(±0.66)		(±0.51)		(±0.73)	
> 30	3.36		3.29		2.00		1.86		3.50		3.71		3.50		3.29	
	(±0.50)		(±0.61)		(±0.55)		(±0.66)		(±0.65)		(±0.47)		(±0.52)		(±0.73)	
Especialidad		0.30		0.80		0.85		0.49		0.79		0.34		0.12		0.33
<i>B&G</i>	3.39		3.32		2.06		1.87		3.52		3.58		3.58		3.48	
	(±0.56)		(±0.54)		(±0.81)		(±0.67)		(±0.63)		(±0.56)		(±0.50)		(±0.72)	
<i>F&Q</i>	3.20		3.27		2.00		2.00		3.47		3.40		3.33		3.33	
	(±0.56)		(±0.59)		(±0.38)		(±0.53)		(±0.64)		(±0.63)		(±0.49)		(±0.62)	
Grado acceso		0.54		0.58		0.28		0.33		0.21		0.35		0.40		0.66
<i>B</i>	3.43		3.29		2.21		1.86		3.57		3.57		3.57		3.43	
	(±0.65)		(±0.47)		(±0.80)		(±0.66)		(±0.51)		(±0.65)		(±0.51)		(±0.76)	
<i>BQ/F/Q</i>	3.40		3.27		1.93		1.80		3.60		3.60		3.47		3.47	
	(±0.63)		(±0.59)		(±0.46)		(±0.56)		(±0.63)		(±0.63)		(±0.52)		(±0.64)	
<i>CCAA/TA</i>	3.25		3.33		2.00		1.92		3.42		3.50		3.58		3.42	
	(±0.45)		(±0.65)		(±0.85)		(±0.67)		(±0.67)		(±0.52)		(±0.51)		(±0.79)	
<i>FI/IF/IQ</i>	3.00		3.40		2.00		2.40		3.20		3.20		3.20		3.40	
	(±0.00)		(±0.55)		(±0.71)		(±0.55)		(±0.84)		(±0.45)		(±0.45)		(±0.55)	
Docencia		0.62		0.58		0.42		0.29		0.92		0.41		0.66		0.16
<i>Universitaria</i>	3.46		3.15		1.85		1.69		3.54		3.62		3.54		3.15	
	(±0.52)		(±0.69)		(±0.69)		(±0.75)		(±0.52)		(±0.51)		(±0.52)		(±0.69)	
<i>Clases particulares</i>	3.29		3.33		2.05		2.00		3.43		3.38		3.43		3.52	
	(±0.56)		(±0.48)		(±0.67)		(±0.63)		(±0.75)		(±0.67)		(±0.51)		(±0.68)	
<i>Ninguna</i>	3.25		3.42		2.25		2.00		3.58		3.67		3.58		3.58	
	(±0.62)		(±0.51)		(±0.75)		(±0.43)		(±0.51)		(±0.49)		(±0.51)		(±0.67)	
Investigación		0.44		0.21		0.34		0.31		0.38		0.15		0.41		0.08
<i>Doctorado</i>	3.42		3.08		1.92		1.75		3.50		3.58		3.50		3.08	
	(±0.51)		(±0.67)		(±0.67)		(±0.75)		(±0.52)		(±0.51)		(±0.52)		(±0.67)	
<i>TFM</i>	3.09		3.45		2.00		1.82		3.36		3.27		3.45		3.36	
	(±0.54)		(±0.52)		(±0.63)		(±0.40)		(±0.67)		(±0.65)		(±0.52)		(±0.67)	
<i>TFG</i>	3.33		3.33		1.78		1.78		3.78		3.89		3.78		3.78	
	(±0.50)		(±0.50)		(±0.83)		(±0.67)		(±0.67)		(±0.33)		(±0.44)		(±0.44)	
<i>Otra</i>	3.20		3.00		2.60		2.20		3.20		3.20		3.40		3.20	
	(±0.84)		(±0.00)		(±0.89)		(±0.84)		(±0.84)		(±0.84)		(±0.55)		(±1.10)	
<i>Ninguna</i>	3.56		3.56		2.22		2.22		3.56		3.56		3.33		3.78	
	(±0.53)		(±0.53)		(±0.44)		(±0.44)		(±0.53)		(±0.53)		(±0.50)		(±0.44)	

Nota: Los valores en negrita representan percepciones estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

B: biología; BQ: bioquímica; F: farmacia; Q: química; CCAA: ciencias ambientales; TA: tecnología de los alimentos; FI: física; IF: ingeniería forestal; IQ: ingeniería química; TFM: Trabajo Final de Máster, TFG: Trabajo Final de Grado

DIFICULTADES																
Variable	RECURSOS								GESTION AULA							
	I17		I18		I19		I20		I21		I22		I23		I24	
	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>	<i>M (DE)</i>	<i>p</i>
Género		0.95		0.31		0.70		0.30		0.96		1.00		0.39		0.90
<i>Hombre</i>	2.63		2.37		2.26		2.79		2.42		2.53		2.95		2.79	
	(±0.68)		(±0.68)		(±0.56)		(±0.79)		(±0.61)		(±0.61)		(±0.71)		(±0.71)	
<i>Mujer</i>	2.67		2.59		2.37		2.56		2.44		2.56		2.74		2.74	
	(±0.68)		(±0.68)		(±0.74)		(±0.80)		(±0.64)		(±0.80)		(±0.71)		(±0.76)	
Edad		0.87		0.06		0.08		0.61		0.96		0.43		0.33		0.12
< 25	2.65		2.29		2.12		2.65		2.35		2.59		2.94		3.00	
	(±0.79)		(±0.77)		(±0.60)		(±0.93)		(±0.62)		(±0.62)		(±0.66)		(±0.79)	
25-30	2.57		2.43		2.21		2.50		2.36		2.29		2.57		2.43	
	(±0.51)		(±0.64)		(±0.58)		(±0.76)		(±0.65)		(±0.83)		(±0.76)		(±0.76)	
> 30	2.71		2.86		2.64		2.79		2.43		2.79		2.93		2.79	
	(±0.73)		(±0.36)		(±0.74)		(±0.70)		(±0.65)		(±0.70)		(±0.73)		(±0.58)	
Especialidad		0.06		0.50		0.46		0.65		0.37		0.49		0.44		0.54
<i>B&G</i>	2.77		2.45		2.35		2.61		2.42		2.48		2.77		2.81	
	(±0.72)		(±0.62)		(±0.71)		(±0.88)		(±0.63)		(±0.77)		(±0.81)		(±0.79)	
<i>F&Q</i>	2.42		2.60		2.27		2.73		2.27		2.67		2.93		2.67	
	(±0.51)		(±0.74)		(±0.59)		(±0.59)		(±0.62)		(±0.62)		(±0.46)		(±0.62)	
Grado acceso		0.22		0.38		0.34		0.06		0.48		0.47		0.34		0.37
<i>B</i>	2.79(±		2.29		2.36		2.57		2.48		2.71		2.79		2.86	
	0.70)		(±0.61)		(±0.50)		(±0.76)		(±0.76)		(±0.83)		(±0.80)		(±0.86)	
<i>BQ/F/Q</i>	2.40		2.73		2.27		2.73		2.17		2.67		3.07		2.60	
	(±0.63)		(±0.59)		(±0.70)		(±0.80)		(±0.41)		(±0.62)		(±0.59)		(±0.63)	
<i>CCAA/TA</i>	2.83		2.58		2.33		2.50		2.37		2.33		2.67		2.75	
	(±0.72)		(±0.67)		(±0.89)		(±0.90)		(±0.51)		(±0.78)		(±0.78)		(±0.75)	
<i>FI/IF/IQ</i>	2.60		2.20		2.40		3.00		2.70		2.20		2.60		3.00	
	(±0.55)		(±0.84)		(±0.55)		(±0.71)		(±0.84)		(±0.45)		(±0.55)		(±0.71)	
Docencia		0.03		0.92		0.95		0.11		0.23		0.82		0.38		0.31
<i>Universitaria</i>	2.23		2.46		2.31		2.31		2.18		2.46		2.85		2.54	
	(±0.60)		(±0.66)		(±0.75)		(±0.63)		(±0.60)		(±0.78)		(±0.69)		(±0.52)	
<i>Clases particulares</i>	2.86		2.48		2.33		2.86		2.45		2.62		2.95		2.95	
	(±0.73)		(±0.75)		(±0.66)		(±0.73)		(±0.68)		(±0.74)		(±0.59)		(±0.80)	
<i>Ninguna</i>	2.75		2.58		2.33		2.67		2.45		2.50		2.58		2.67	
	(±0.45)		(±0.51)		(±0.65)		(±0.98)		(±0.52)		(±0.67)		(±0.90)		(±0.78)	
Investigación		0.11		0.91		0.80		0.22		0.69		0.28		0.96		0.13
<i>Doctorado</i>	2.25		2.58		2.33		2.25		2.27		2.42		2.67		2.33	
	(±0.45)		(±0.67)		(±0.78)		(±0.62)		(±0.65)		(±0.90)		(±0.78)		(±0.65)	
<i>TFM</i>	2.73		2.55		2.18		2.82		2.40		2.45		2.82		2.82	
	(±0.65)		(±0.69)		(±0.60)		(±0.87)		(±0.52)		(±0.69)		(±0.40)		(±0.60)	
<i>TFG</i>	2.67		2.44		2.33		2.56		2.29		2.44		2.89		3.11	
	(±0.71)		(±0.73)		(±0.87)		(±0.88)		(±0.50)		(±0.53)		(±0.78)		(±0.60)	
<i>Otra</i>	3.00		2.60		2.60		3.00		2.70		3.20		3.00		2.60	
	(±0.71)		(±0.55)		(±0.55)		(±0.71)		(±0.84)		(±0.45)		(±1.00)		(±0.89)	
<i>Ninguna</i>	2.89		2.33		2.33		2.89		2.36		2.56		2.89		3.00	
	(±0.78)		(±0.71)		(±0.50)		(±0.78)		(±0.73)		(±0.73)		(±0.78)		(±0.87)	

Nota: Los valores en negrita representan percepciones estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

B: biología; *BQ*: bioquímica; *F*: farmacia; *Q*: química; *CCAA*: ciencias ambientales; *TA*: tecnología de los alimentos; *FI*: física; *IF*: ingeniería forestal; *IQ*: ingeniería química; *TFM*: Trabajo Final de Máster, *TFG*: Trabajo Final de Grado

RESTRICCIONES								
Variable	I25		I26		I27		I28	
	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p	M (DE)	p
Género		0.70		0.20		0.93		0.37
<i>Hombre</i>	2.68 (±0.67)		3.11 (±0.57)		2.74 (±0.45)		2.84 (±0.76)	
<i>Mujer</i>	2.56 (±0.85)		2.78 (±0.89)		2.74 (±0.59)		2.67 (±0.78)	
Edad		0.23		0.58		0.44		0.64
< 25	2.35 (±0.79)		2.76 (±0.83)		2.76 (±0.56)		2.82 (±0.81)	
25-30	2.79 (±0.70)		2.93 (±0.83)		2.86 (±0.54)		2.57 (±0.76)	
> 30	2.79 (±0.80)		3.00 (±0.68)		2.64 (±0.50)		2.79 (±0.80)	
Especialidad		0.90		0.09		0.97		0.22
<i>B&G</i>	2.58 (±0.81)		2.77 (±0.80)		2.74 (±0.58)		2.65 (±0.84)	
<i>F&Q</i>	2.67 (±0.72)		3.20 (±0.68)		2.73 (±0.46)		2.93 (±0.59)	
Grado acceso		0.36		0.59		0.67		0.20
<i>B</i>	2.50 (±0.76)		2.86 (±0.77)		2.64 (±0.50)		2.79 (±0.80)	
<i>BQ/F/Q</i>	2.67 (±0.82)		3.00 (±0.76)		2.67 (±0.49)		2.73 (±0.70)	
<i>CCAA/TA</i>	2.83 (±0.83)		2.75 (±0.97)		2.92 (±0.67)		2.58 (±0.90)	
<i>FI/IF/IQ</i>	2.20 (±0.45)		3.20 (±0.45)		2.80 (±0.45)		3.00 (±0.71)	
Docencia		0.38		0.23		0.01		0.02
<i>Universitaria</i>	2.38 (±0.65)		2.69 (±0.63)		2.54 (±0.52)		2.31 (±0.75)	
<i>Clases particulares</i>	2.62 (±0.86)		3.10 (±0.83)		3.00 (±0.32)		3.05 (±0.59)	
<i>Ninguna</i>	2.83 (±0.72)		2.83 (±0.83)		2.50 (±0.67)		2.67 (±0.89)	
Investigación		0.96		0.09		0.78		0.07
<i>Doctorado</i>	2.50 (±0.80)		2.58 (±0.79)		2.58 (±0.67)		2.33 (±0.78)	
<i>TFM</i>	2.64 (±0.50)		2.82 (±0.75)		2.82 (±0.60)		2.91 (±0.54)	
<i>TFG</i>	2.56 (±0.88)		2.78 (±0.67)		2.78 (±0.44)		2.56 (±0.88)	
<i>Otra</i>	2.80 (±1.30)		3.60 (±0.89)		2.80 (±0.45)		3.40 (±0.55)	
<i>Ninguna</i>	2.67 (±0.71)		3.22 (±0.67)		2.78 (±0.44)		2.89 (±0.78)	

Nota: Los valores en negrita representan percepciones estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

B: biología; BQ: bioquímica; F: farmacia; Q: química; CCAA: ciencias ambientales; TA: tecnología de los alimentos; FI: física; IF: ingeniería forestal; IQ: ingeniería química; TFM: Trabajo Final de Máster, TFG: Trabajo Final de Grado

ANEXO 4. Cuestionario valoración estudio piloto

Las siguientes cuestiones están orientadas a conocer tu opinión sobre el programa formativo en indagación que se ha desarrollado en el MAES en la especialidad de Física y Química. Responde a cada una de ellas eligiendo una única respuesta para cada frase. (NA: no ha ayudado, AP: ha ayudado un poco; AM: ha ayudado moderadamente; GA: ha sido de gran ayuda).

¿Cuánto han ayudado a tu aprendizaje sobre indagación los siguientes aspectos del programa formativo?	NA	AP	AM	GA
V1. El enfoque global de la enseñanza-aprendizaje en el programa formativo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V2. Cómo encaja el tema con las actividades y tareas de clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V3. La carga de trabajo de clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V4. El material del curso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V5. La información introductoria sobre la estructura del curso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V6. El ambiente general de la clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cuánto han ayudado las siguientes actividades de clase a tu aprendizaje sobre indagación?	NA	AP	AM	GA
V7. Video explicativo sobre la indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V8. Aula invertida: lectura artículo "Congreso científico".	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V9. Presentación I. Análisis curricular de la indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V10. Análisis de elementos curriculares mediante rúbrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V11. Actividad práctica: preparación de yogur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V12. Actividad práctica: disolución de sal en agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V13. Presentación II. Diseño de actividades de indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V14. Presentación III. Evaluación de indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V15. Diseño y presentación de actividad de indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V16. Foro sobre indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V17. Reflexiones personales (y debate) sobre las sesiones de indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Como resultado de este programa formativo, ¿en qué grado has adquirido los siguientes aspectos?	NA	AP	AM	GA
V18. El concepto principal de indagación explorado en las sesiones, su relevancia y ventajas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V19. Las relaciones entre los elementos curriculares.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V20. Los principales aspectos asociados al diseño de actividades de indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V21. La forma de evaluar actividades y propuestas de indagación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V22. Cómo abordar una actividad de indagación de forma global.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valora del 1 al 5 los siguientes aspectos (1: muy poco; 2: poco; 3: suficiente; 4: bastante; 5: mucho)	1	2	3	4	5
V23. ¿Te ha parecido interesante el programa formativo?	<input type="checkbox"/>				
V24. ¿Te ha resultado difícil?	<input type="checkbox"/>				
V25. ¿Consideras que lo aprendido te será útil en tu práctica docente?	<input type="checkbox"/>				
V26. ¿Te han parecido interesantes las actividades y presentaciones planteadas?	<input type="checkbox"/>				
V27. Indica lo que más y menos te ha gustado del programa, y qué aspectos mejorarías					



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANEXO 5. Cuestionario emociones (I) - rol estudiante

Actividad de reflexión y autorregulación del aprendizaje y emociones (I) El sentido de este cuestionario es reflexionar sobre lo que hemos aprendido y sentido a lo largo de la actividad, evaluar ese aprendizaje y regular el proceso de enseñanza y aprendizaje que estamos viviendo. Valora en un escala de 1 a 5 lo que has aprendido solo de aquellos aspectos de la indagación que consideras hemos abordado durante la actividad. 1 No sé nada 2 Sé un poco 3 Lo sé bien 4 Lo sé muy bien 5 Puedo explicárselo a un amigo/a			
DNI:			
Antes de la actividad 1 2 3 4 5	Conocimiento sobre...	Después de la actividad 1 2 3 4 5	Emociones sentidas en cada aspecto Indica cómo te sentías mientras estabas realizando cada proceso y la causa por la que lo has vivido
	A. Identificación de problemas investigables		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	B. Formulación de hipótesis		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	C. Identificación de variables		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	D. Planificación de la investigación		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	E. Recogida y procesamiento de datos		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	F. Análisis de datos y obtención de conclusiones		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	G. Comunicación de resultados		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	E. Metarreflexión		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

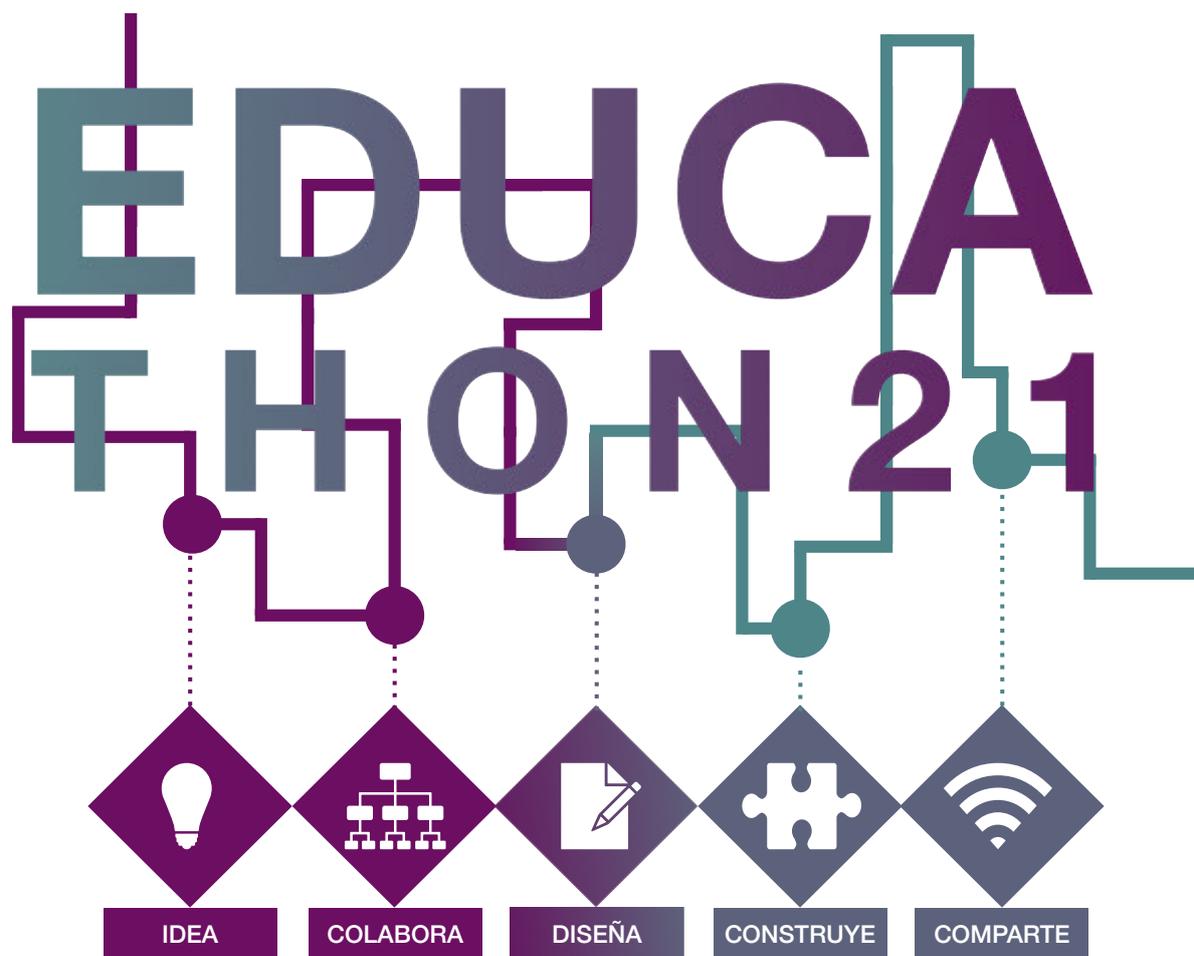
ANEXO 6. Cuestionario emociones (II) - rol docente

Actividad de reflexión y autorregulación del aprendizaje y emociones (I) El sentido de este cuestionario es reflexionar sobre lo que hemos aprendido y sentido a lo largo de la actividad, evaluar ese aprendizaje y regular el proceso de enseñanza y aprendizaje que estamos viviendo. Valora en un escala de 1 a 5 lo que has aprendido solo de aquellos aspectos de la indagación que consideras hemos abordado durante la actividad. 1 No sé nada 2 Sé un poco 3 Lo sé bien 4 Lo sé muy bien 5 Puedo explicárselo a un amigo/a			
DNI:			
Antes de la actividad 1 2 3 4 5	Conocimiento sobre...	Después de la actividad 1 2 3 4 5	Emociones sentidas en cada aspecto Indica cómo te sentías mientras estabas realizando cada proceso y la causa por la que lo has vivido
	A. FOCALIZACIÓN Selección de temática y contenidos		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	B. CONTEXTUALIZACIÓN Adecuación a un contexto cercano para el alumnado		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	C. DESARROLLO Diseño y planificación de la indagación (hipótesis, variables, metodología, etc.)		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	D. CURRÍCULUM Relación con los elementos curriculares		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	E. GESTIÓN Manejo de recursos y gestión del clima del aula		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	F. EVALUACIÓN Diseño y selección de instrumentos de evaluación		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	G. PRESENTACIÓN Exposición de las propuestas		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento
	H. IMPLEMENTACIÓN Aplicación en el aula de Secundaria		<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Interés Causa: <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Aburrimiento



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANEXO 7. Educathon21 - cartelería diseñada



Jornada de Diseño

Indagación y Contextualización
en la Enseñanza de las
Ciencias

17 mar 2021
09:00-12:30 h

MAES 20/21

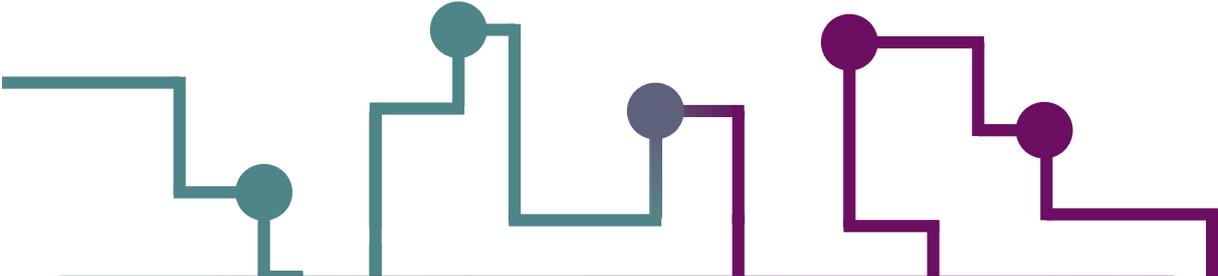
El Educathon21 es un espacio diseñado para que el profesorado en formación inicial experimente de forma colaborativa con el diseño de propuestas docentes de carácter innovador. Dado que la innovación requiere de un proceso de ideación continuo, resulta fundamental promocionar acciones encaminadas a la generación de nuevas ideas, proporcionando un espacio para el diálogo y la reflexión en torno a la creación de secuencias didácticas.

Así, durante una sesión express de tres horas y media de duración, que tendrá lugar de forma virtual, los estudiantes tendrán la oportunidad de involucrarse conjuntamente en el diseño y desarrollo de secuencias de enseñanza-aprendizaje que compartan los enfoques didácticos de indagación y contextualización.

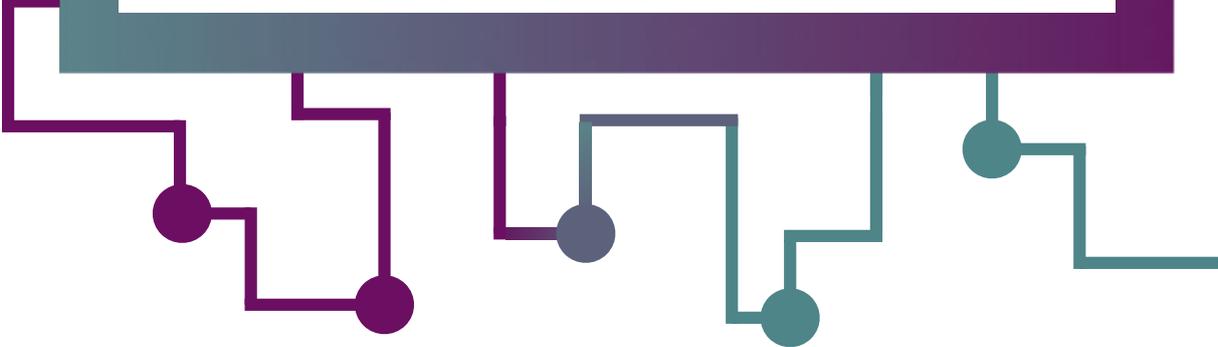
La indagación, de carácter multifacético, requiere la

identificación de suposiciones, el uso del pensamiento crítico y lógico, y la consideración de explicaciones alternativas. Por su parte, la contextualización, que emplea situaciones o problemas de la vida real para facilitar su uso como punto de partida en el desarrollo de ideas científicas, permite abordar no solo las competencias de los estudiantes, sino también sus conocimientos y actitudes.

A través de temáticas de carácter transversal alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y trabajando en grupos colaborativos, el profesorado en formación inicial desarrollará propuestas completas que integren lo aprendido durante su formación en el MAES, contemplando aspectos como el diseño de actividades, la implementación, el currículum o la evaluación.



PROGRAMA

- 09:00 - 09:15 **PRESENTACIÓN**
Objetivos
Estructura de la sesión
Retos de diseño
- 09:15 - 09:30 **FORMACIÓN EQUIPOS**
Asignación de roles
Asignación de retos
Distribución de tareas
- 09:30 - 10:00 **DESARROLLO INICIAL**
Diseño de actividades
- 10:00 - 10:15 **DEMO Y CHECKPOINT 1**
- 10:15 - 10:45 **DESARROLLO INTERMEDIO**
Implementación
- 10:45 - 11:00 **DEMO Y CHECKPOINT 2**
- 11:00 - 11:30 **DESARROLLO FINAL**
Currículum y evaluación
- 11:30 - 11:45 **DESCANSO**
- 11:45 - 12:15 **EXPOSICIONES**
Elevator pitch
Votaciones
- 12:15 - 12:30 **RESULTADOS Y CIERRE**
- 

TEMÁTICAS

ORIENTACIONES

SALUD Y BIENESTAR



ODS SALUD Y BIENESTAR

- Fortalecer la prevención y el tratamiento del abuso de sustancias adictivas, incluido el uso indebido de estupefacientes y el consumo nocivo de alcohol
- Reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo
- Reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo

PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



ODS PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

- Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales
- Lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida,
- Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización

CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



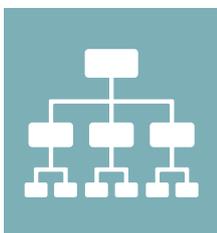
ODS CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

- Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial
- Reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo
- Promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres

*Adaptado de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible

R O L E S

TRABAJO



COORDINADOR

- Organiza y dirige el trabajo del equipo intentando promover la participación de todos los miembros
- Establece la tarea que el equipo desarrollará en cada momento
- Gestiona los recursos necesarios (fuentes bibliográficas, herramientas)
- Controla el tiempo
- Entrega el Final Checklist (*Campus Virtual*)



COMUNICADOR

- Se comunica con los mentores
- Se comunica con otros grupos
- Responsable de la gestión y actualización del Control Checklist (*Google Drive*), recogiendo preguntas y reflexiones



DESARROLLADOR

- Responsable de la elaboración del producto (presentación)
- Entrega el producto final (pdf) (*Campus Virtual*)

PROPUESTAS

ESTRUCTURA



SLIDE 1

CONTEXTO

- Título y grupo
- Curso y asignatura
- Número sesiones (máx. 3)



SLIDE 2

CONTENIDOS

- Objetivos didácticos
- Competencias
- Ubicación curricular



SLIDE 3

METODOLOGÍA

- Fases y secuenciación
- Tipología actividades
- Desarrollo actividades



SLIDE 4

EVALUACIÓN

- Criterios y estándares
- Técnicas
- Instrumentos



SLIDE 5

CONCLUSIONES

- Fortalezas
- Debilidades
- Reflexión final

ELEVATOR PITCH

FOCALIZA

SIMPLIFICA

CONCLUYE

5 minutos de presentación
por grupo, con la
participación de todos los
miembros del equipo

FORMATO FINAL PDF
(Sin restricción del
programa de creación)

ENTREGA EN EL CV PARA
VOTACIONES

*Adaptado de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible

