



ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS E DE PESQUISA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Editores

Pedro Membiela
María Isabel Cebreiros



**Estrategias metodológicas e investigación
en la enseñanza de las ciencias**

**Estratégias metodológicas e de pesquisa
no ensino de ciências**

Pedro Membiela y María Isabel Cebreiros
(editores)

Educación Editora

Edita Educación Editora

Roma 55, Barbadás 32930 Ourense

email: educacion.editora@gmail.com

ISBN: 978-84-15524-51-9

Año de publicación: 2023

Índice

- 1. A gravação em vídeo como componente no ensino em enfermagem**
Cristina Pinto, Isilda Ribeiro, Fátima Segadães, Joana Ribeiro, Sandra Costa e Adelino Pinto 11
- 2. Perspectivas de educación en Biología en el Congreso de Enseñanza de la Biología y Educación Ambiental 2011-2015**
Juan Nicolás Velásquez Almonacid, Christian Reynel Ríos Avella, Yennifer Vera Medina, Juan Diego Cotrino Donayo y Guillermo Fonseca Amaya 17
- 3. Los juegos de mesa como estrategia didáctica en la enseñanza de ciencias**
Diana Díaz García, Miguel Díaz Sánchez, Victoria García Almodóvar, Santiago Gómez Ruiz, José Manuel Méndez Arriaga y Sanjiv Prashar 23
- 4. Implementación de laboratorios virtuales con Jupyter Notebooks: aplicación en la enseñanza de cálculo diferencial en ingeniería**
Angel Cobo, Rocío Rocha, Marta Collantes, Jesús Espinola y Elena Mora 29
- 5. Análisis de la integración de la herramienta CES EduPack para el aprendizaje y desarrollo de habilidades de los ingenieros**
José Enrique Martín-Alfonso, José Fernando Rubio-Valle y María José Martín-Alfonso 35
- 6. Revisão bibliográfica sobre as propostas pedagógicas direcionadas a estudantes com desenvolvimento atípico**
Franciane Cruz de Lima, Denise Bohn, Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro e Camila Greff Passos 41
- 7. La percepción de la ciencia y la tecnología por los jóvenes**
María Antonia Manassero Mas y Ángel Vázquez Alonso 53

8. Juegos de cartas para enseñar y aprender sobre las leyes científicas de la naturaleza	
María Antonia Manassero Mas y Ángel Vázquez Alonso	63
9. Uso de cuestionarios de repaso mediante la plataforma de <i>e-learning</i> PoliformaT	
María José Muñoz-Portero	73
10. Acciones y herramientas utilizadas en la educación a distancia para la enseñanza de las ciencias	
Elena Calderón-Canales, Beatriz García-Rivera, Fernando Flores-Camacho, Leticia Gallegos-Cázares y Luisa Ambrosio-Luz	79
11. Aportes en la comprensión acerca de la enseñanza de la biología en el marco del Congreso de Enseñanza de la Biología y Educación Ambiental 2011-2015: una revisión documental	
Giselle Daniela González Vivas, Juan Sebastián Rojas Villalba, Andrés Felipe Sánchez Rodríguez y Guillermo Fonseca Amaya	85
12. Estudio exploratorio de la motivación en un taller virtual de huertos urbanos	
Mariana Méndez Puente, Alma Adrianna Gómez Galindo y Alejandra García Franco	91
13. Aplicación del modelo IKD en la formación inicial de maestras y maestros a través de relatos de ficción	
Jose María Etxabe Urbietta	97
14. Investigação no ensino: sentimentos e emoções dos enfermeiros perante a COVID-19	
Isilda Ribeiro, Cristina Pinto, Fátima Segadães, Joana Ribeiro, Sandra Costa e Adelino Pinto	103
15. Dificultades de futuro profesorado de infantil para diseñar modelos sobre el agua y sus estados de agregación	
Marta Cruz-Guzmán, Antonio García-Carmona y Ana María Criado	109

16. Enseñanza de la naturaleza de la ciencia a partir de la ecología del fuego Víctor Martínez-Martínez, Ileana M. Greca y Jairo Ortiz-Revilla	117
17. Saberes e reflexões docentes: relatos de experiência em um curso de formação continuada centrado na abordagem de questões sociocientíficas Gabiella Leone Fernandes Veloso, Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade, Thaís Mara Anastácio de Oliveira e Nilmara Braga Mozzer	123
18. Uma caracterização dos eixos de investigação de um recorte de pesquisas sobre saberes de professores de Ciências no Brasil Thaís Mara Anastácio Oliveira, Gabiella Leone Fernandes Veloso, Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade e Nilmara Braga Mozzer	135
19. Interacción multimodal y evolución conceptual Valentina Cadavid Alzate y Óscar Eugenio Tamayo Alzate	147
20. Educación para la sostenibilidad: las pilas de combustible microbianas Juan Peña Martínez	159
21. El pensamiento crítico y la reflexión en la formación inicial del profesorado Elisabet Luque Henares, Antonio Joaquín Franco-Mariscal y Ángel Blanco-López	165
22. Análisis de narrativas de estudiantes en una comunidad indígena para una enseñanza de las ciencias en contexto Yeison Andres Arboleda Piedrahita, Alma Adrianna Gómez Galindo, Alejandra García Franco y Lisber Farrera Reyes	171
23. Trabalho colaborativo e prática reflexiva no uso da PBL: mobilizando saberes docentes Robson Rodrigues de Almeida e Maria Inês Ribas Rodrigues	177

24. Ciência e Arte no Brasil: um prévio panorama dos grupos de pesquisa Camila de Fatima Sant'Ana, Leonardo Maciel Moreira e Raiane de Oliveira Rosa	183
25. Análisis de un trabajo de laboratorio sobre calor específico en una propuesta de enseñanza remota en la universidad Teresa Quintero y María Gabriela Lorenzo	189
26. Experiências de professores/as de Ciências da Natureza no cenário pandêmico à luz da perspectiva de Paulo Freire Débora Fabiane Santana Pereira e Adriana Marques de Oliveira	201
27. Prácticas de evaluación asincrónica asistidas por vídeos, en el aula virtual del laboratorio de química, para la educación superior Bettina Marchisio, Ayelén García, Pablo Sánchez y Elizabeth De Seta	213
28. Aplicación didáctica de claves dicotómicas en el aula hospitalaria para la determinación de aves con dimorfismo sexual del entorno natural Elena Arboleya-García	219
29. ¿Cómo describen educadores en ciencias a quienes influyeron en sus elecciones de carrera?: docentes “Faro”, “Inspiradores” y “Antimodelos” Mariana Luzuriaga, Melina Furman y María Eugenia Podestá	225
30. Una secuencia didáctica innovadora para la enseñanza de los estados de agregación de la materia en 2.º de ESO Isabel Pont Niclòs y Yolanda Echegoyen Sanz	231
31. La actividad experimental durante la pandemia en tres países latinoamericanos Gabriela Varela Belloso, Gabriel Leonardo Medina, Hugo Granchetti, Fernando Capuya e Ignacio Idoyaga	237

32. Análisis de la representación de seres vivos desde una visión biocultural en estudiantes de secundaria Andrés A. Campos Castillo y Alma Adrianna Gómez Galindo	243
33. Aproximações entre a epistemologia de Thomas Kuhn e a literatura de Primo Levi: uma análise por futuros professores de química Débora Piai Cedran, Emerson Luis Pires, Fábio E. de Assis Gasparetto, Jaime C. Cedran e Neide M. Michellan Kiouranis	249
34. Modelos atômicos em alguns livros didáticos sul-americanos: uma análise pela perspectiva da História da Ciência Débora Piai Cedran, Jaime da Costa Cedran e Emerson Luis Pires	255
35. A divulgação científica na formação inicial de professores de Química: a Revista Atômica e o CientificIDADE Jheniffer Micheline Cortez, Débora Piai Cedran, Jaime da Costa Cedran, Brenno Ralf Maciel Oliveira e Neide Maria Michellan Kiouranis	261
36. Nuevos planes de docencia e investigación para la conservación de la Tierra inducidos por los conceptos del cambio climático, pandemia y <i>One Health</i>. Propuesta educativa: “Global Pest Management Vet Centre” Miguel Ángel Hurtado Preciado, Miguel Hurtado González, Irene Hurtado González, José Luis Fernández García y Santiago Vadillo Machota	267
37. Los microdebates como estrategia para desarrollar pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías industriales. El problema de los plásticos María José Cano-Iglesias y Antonio Joaquín Franco-Mariscal	273
38. Eletromagnetismo: uma unidade didática baseada em resolução de problemas a partir de experimentos Ariel Gonçalves Marcelino, João Batista Siqueira Harres e Letícia Klimick de Freitas	285

39. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de educadoras de párvulos en formación inicial en el extremo norte de Chile	
Eduardo Valdivia, Katherine Acosta García y Pedro Membiola	291
40. Experiências dos/as estagiários/as do Curso de Licenciatura em Química no contexto pandêmico	
Loan Sumini Ferreira e Adriana Marques de Oliveira	297
41. Modelo de enseñanza interactiva mediante <i>software</i> libre de aprendizaje colaborativo	
Xavier Núñez-Nieto, Pablo Falcón, Iván Puente y Lorena González-Gil	307
42. Reflexão sobre a avaliação praticada numa aula online de Ciências Naturais	
João Castro, Cristina Martins e Adorinda Gonçalves	313
43. A construção de enunciados em uma escola do campo: perspectivas para uma linguagem de não violência em aulas de ciências	
Isaque Nilson da Silva e João Batista Siqueira Harres	319
44. O Escape Room Educativo e a abordagem STEAM na formação de professores	
Marisa Correia e Maria Clara Martins	325
45. Indagación en el aula de ciencias: talleres para la formación del profesorado en activo	
María Napal Fraile, María Isabel Zudaire Ripa e Irantzu Uriz Doray	331
46. Fomento de la participación del alumnado mediante exposiciones: caso práctico en química organometálica	
Marc Montesinos-Magraner	343
47. Aprendiendo los seres vivos mediante la gamificación. ¡Qué divertido!	
Sara Vasco Cornejo, Rocío Quijano López, M. ^a Teresa Ocaña Moral y M. ^a del Carmen Martínez Serrano	347

48. Taxonomia de Bloom Revisada: refletindo sobre sua incorporação na prática pedagógica	
Daniel Ruy Pereira e Maria Inês Ribas Rodrigues	353
49. Motivación, emociones y compromiso en el aprendizaje de ciencias, tecnología y matemáticas en estudiantes de media chilenos	
Katherine Acosta, Eduardo Valdivia y Pedro Membiela	363
50. Motivación, emociones y compromiso en profesores en ejercicio chilenos en la enseñanza de las ciencias	
Katherine Acosta García, Eduardo Valdivia y Pedro Membiela	367
51. Educação para a sustentabilidade: análise do sistema de Ensino Básico em Moçambique	
Sérgio Ernesto e Cláudia Faria	371
52. Revisión sobre biodiversidad y ecosistemas en publicaciones españolas de didáctica de las ciencias experimentales	
Juliana Valencia, María del Carmen Acebal-Expósito y Antonio Joaquín Franco-Mariscal	375
53. História em Quadrinhos como ecologia de saberes na divulgação científica	
Maria Aparecida Alves da Silva e Hylio Lagana Fernandes	381
54. Evaluación de los conocimientos de ODS entre el alumnado de química orgánica	
Marc Montesinos-Magraner y Amparo Sanz-Marco	391
55. Investigación guiada y trabajo cooperativo para comprender el cambio climático. Estudio comparativo entre educación secundaria y superior	
Cristina Fernández Rodríguez y María José Hernández Rodríguez	397
56. Prácticas de laboratorio de ciencias naturales y el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria	
Yumilka Rivera Sosa, Fernando José Tapia Luzardo y Yanice María Romero Carrasquero	403

57. Mejora de las emociones de futuros maestros en un programa de educación científica para la ciudadanía ambiental	
Diego Armando Retana-Alvarado y María de los Ángeles Monge Rivera	409
58. A alfabetização científica ecológica como estratégia de ensino interdisciplinar	
Kelly Danelon e Rosebelly Nunes Marques	415
59. Indagación confirmatoria y estructurada: impacto en las actitudes hacia la ciencia	
Radu Bogdan Toma	419
60. Proceso de identificación formal y simplificación de competencias transversales como etapas iniciales del proyecto “Desarrollo y evaluación de competencias transversales en títulos de grado”	
M. Vanessa Mancebo Campos, M. ^a Yolanda Díaz de Mera Morales, María Arévalo Villena, Francisco Jesús Fernández Morales, M. ^a Carmen Giberteau Cabanillas y Sergio Gómez Alonso	425
61. Relación entre las matemáticas y el ajedrez	
Ana María Gayol González y Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites	433
62. Laboratórios didáticos e ensino de Física: experimentos, materiais e modelos	
Renan Borin Rodrigues, Eugenio Maria de França Ramos e Ricardo Costa Dobrowisch	437
63. Interação semente e luz: contribuições e análise de uma sequência de ensino na perspectiva da investigação	
Diana de Lima Ramos e Bernadete Benetti	443
64. Perceptions of competences promoted when exploring Poly-Universe in a teacher training workshop	
Piedade Vaz-Rebelo, Graça Bidarra, Vanda Santos, Conceição Costa e Ilona Teglassi	453
65. Programa Residência Pedagógica: contribuições para a formação continuada de professores brasileiros	
Gislaine Bueno de Almeida e Diego Fogaça Carvalho	459

45. Indagación en el aula de ciencias: talleres para la formación del profesorado en activo

**María Napal Fraile* , María Isabel Zudaire Ripa e
Irantzu Uriz Doray**

Didáctica de Ciencias Experimentales, Departamento de Ciencias,
Universidad Pública de Navarra (UPNA)

*maria.napal@unavarra.es

Resumen

Se presentan una serie de talleres destinados a docentes en activo de primaria y primeros cursos de secundaria, para completar su formación para la enseñanza de las ciencias experimentales. En cada uno de los talleres, que funcionan como un bloque de sesiones, se abordan secuencias de aprendizaje de temas científicos concretos: realización de un taller, adaptación individualizada al aula, implementación de las secuencias, evaluación y extracción de conclusiones que sean de aplicación en el siguiente seminario (investigación-acción). Cada bloque completo tiene una duración de un trimestre.

Palabras clave

Formación continua del profesorado, indagación, talleres.

Introducción

Existe un amplio reconocimiento de que la competencia científica no es solo importante para aquellos que acabarán formando parte de la comunidad científica, sino para la totalidad de los ciudadanos (COSCE, 2011), para que sean capaces de comprender el mundo y participar de modo activo en la toma de decisiones individuales y colectivas. Sin embargo, diversos informes y evaluaciones internacionales muestran que el nivel de competencia científica de la ciudadanía es, en general, escaso (COSCE, 2005). El género también ejerce una influencia importante en esta actitud hacia las ciencias: las chicas se sienten, en general, menos capaces y tienen menos expectativas de continuar en una carrera científica a la edad de 30 años (OECD, 2009).

En este contexto, queda claro que se debe incrementar el conocimiento y el interés general de la sociedad por las ciencias, por sus beneficios tanto individuales como

colectivos, y para ello es necesario (entre otras acciones) transformar el modo en que se enseña la ciencia en las escuelas e institutos. Esta transformación implica una enseñanza de las ciencias más auténtica respecto de la práctica científica en el aula, incluyendo investigaciones guiadas y abiertas pero sin olvidar la importancia del aprendizaje conceptual para apropiarse de las explicaciones centrales de la ciencia, a partir del uso del lenguaje y argumentación científica (Osborne y Dillon, 2008).

Sin duda alguna, el profesorado es pieza clave en cualquier proceso educativo, y agente esencial en cualquier movimiento de innovación y renovación. Además de los problemas estructurales relacionados con las plantillas, los ratios o la especialización, los estudios sobre la profesión docente detectan que en nuestro país los problemas con la calidad del profesorado se relacionan en gran medida con las limitaciones de la formación inicial y continua del profesorado (OCDE, 2005), lo cual supone también un incentivo para trabajar con este sector.

El profesorado de ciencias de primaria tiene una formación mayoritariamente generalista, lo cual implica - teniendo en cuenta su perfil de acceso, mayoritariamente desde itinerarios de bachillerato no científicos - un dominio escaso de las leyes, principios y métodos de la ciencia. Por su parte, el profesorado de educación secundaria proviene de estudios superiores en sus respectivos campos, a lo que se suma una capacitación pedagógica que puede considerarse solo una formación inicial e incipiente. Tanto en unos como en otros, es necesario desarrollar un adecuado PCK (conocimiento pedagógico del contenido), que necesita de conocimiento disciplinar (CK), pero también de un conocimiento pedagógico (PK). Este último se construye desde las experiencias vividas como estudiante, el conocimiento adquirido en la práctica, los cursos específicamente diseñados para promover el PCK, y la colaboración con otros docentes (aprendizaje entre iguales) (Evens et al., 2015).

Experiencias previas sugieren la pertinencia de forjar asociaciones estables, que den pie a una colaboración sostenida en el tiempo. Los cursos de formación del profesorado transmisivos y de corta duración han probado no ser demasiado útiles para mejorar las clases de ciencia (Couso et al., 2020), porque los maestros necesitan ayuda, tiempo y sentirse seguros y confiados frente al cambio (Elliot, 1991). Además, el profesorado no cambia sus prácticas habituales solo porque conozca una teoría educativa o algunos ejemplos prácticos, por muy fundamentados que estos estén (Bahr et al., 2007; Solbes et al., 2017). Vivir desde el rol de estudiante experiencias de aprendizaje de las ciencias basadas en los modelos que propone la investigación educativa favorece que el enseñante adopte estos modelos (Martínez Chico et al., 2014). Sabemos, por otra parte, que las estrategias formativas más efectivas para la mejora educativa son aquellas basadas en la reflexión sobre la práctica, y la experimentación y evaluación de nuevas maneras de enseñar ciencias, que permitan resolver los problemas prácticos de los docentes (Crawford et al., 2014; Korthagen et al., 2014; Furió-Más y Carnicer, 2002; Vázquez Bernal et al., 2010). Es decir, las actividades formativas deben promover

que los docentes vivan experiencias similares a las que se les propone que ellos implementen, así como que desarrollen una cultura de “investigación” sobre su práctica: detectar problemas en su enseñanza, diseñar una intervención educativa, experimentarla y evaluarla, revisando finalmente los principios teóricos que la sustentan, para comenzar un nuevo ciclo. La última característica que favorece el cambio es el carácter colaborativo, el trabajo en equipo: la profesión docente precisa del desarrollo de una cultura colaborativa, donde prime la apertura y la comunicación para la solución de los problemas profesionales reales y compartidos; así los procesos de mejora realizados en equipos con el soporte de docentes obtienen resultados de alto impacto y duración (Furió-Mas y Carnicer, 2002; Korthagen et al., 2006).

Esta constatación nos motiva a plantear la conveniencia de formar grupos estables de docentes, que desarrollen mediante la práctica guiada y la colaboración entre iguales, su capacidad para transformar su clase de ciencias, y con ello promover la transformación del sistema. Como se observa en otros ámbitos, si un grupo minoritario comprometido alcanza un determinado porcentaje de la población (“punto de ruptura”) se generan dinámicas sociales que llevan a cambios a gran escala. Experiencias previas como las de los grupos STEM-ERG (UPV/EHU) y Con+ciencia (Couso et al., 2020) nos muestran que iniciativas que comienzan por un número limitado de experiencias satisfactorias pueden generar una corriente de cambio que se extienda a todo el sistema.

Objetivos

Bajo la premisa de que la transformación de la práctica docente de la enseñanza de las ciencias mejora no solo la alfabetización científica, sino también las vocaciones científicas del futuro, el objetivo principal de este proyecto es acompañar a docentes en activo en el desarrollo de buenas prácticas en la educación en ciencias, fundamentadas en la investigación educativa y validadas por esta.

Metodología

Para cubrir el citado objetivo se planteó un ciclo de cuatro seminarios, a razón de uno por trimestre, durante los cursos 2021-2022 y 2022-2023. Cada uno de ellos comprendía dos sesiones formativas y un ciclo de investigación-acción (I-A) con los docentes, y centrados en distintos contenidos y aproximaciones a la indagación basada en modelización (tabla 1).

El público destinatario fue prioritariamente profesorado de primaria y secundaria en activo que imparte docencia a alumnado entre 8-14 años (desde 4.º primaria hasta 2.º de la ESO). Las actividades de formación y seguimiento que se proponen en este proyecto se realizaron en las instalaciones de la Universidad Pública de Navarra, incluyendo además sesiones de modelización, observación o apoyo en los propios centros escolares. Se buscaba con esto avanzar en el acercamiento de universidad y escuela, convirtiendo las respectivas sedes de trabajo en espacios comunes de encuentro.

Taller	Contenido	Metodología de enseñanza	Conceptos estructurantes (NGSS, 2014)
1	Animales vertebrados	Indagación y modelización	Patrones Estructura- función
2	Energía	Modelización	Sistemas y modelos Materia y energía
3	Genética	Modelización y argumentación	Causa y efecto
4	Materia	Indagación y modelización	Estabilidad y cambio

Tabla 1. Contenido y metodología central de cada taller

Mediante cada uno de los seminarios se pretendía que el profesorado fuese progresando en el aprendizaje de otros modelos de enseñanza de las ciencias (enseñanza basada en indagación, modelización y argumentación) a los que no están habituados. Para ello, el diseño pedagógico de estos talleres se basa en las cuatro etapas de aprendizaje propuestas por Jorba y Sanmartí (1996). Los talleres comienzan con la exploración de una propuesta previamente diseñada en la que los docentes actúan como alumnos (*teachers as learners*). A medida en que se vivencian las fases de la metodología, se introducen los conceptos y procedimientos de la metodología invitando al profesorado a analizar la secuencia (*teachers as thinkers*). Se les presenta una plantilla de diseño para ayudarles a estructurar el conocimiento sobre la propia metodología y finalmente, se les pide que apliquen lo aprendido diseñando una propuesta propia (*teachers as designers*).

Esto se concretó en tres sesiones por ciclo:

1) Taller experiencial. Los asistentes participaron en un taller práctico guiado por las investigadoras, acompañado por una reflexión con tres ejes: normativa (formalización de los resultados de aprendizaje referidos al currículo y teniendo en cuenta el desarrollo de prácticas científicas), alumnado (dificultades y necesidades experimentadas durante el proceso propio, que puedan informar de las necesidades formativas y de apoyo para llevar a cabo el proceso) y docente (diseño de la estrategia para la implementación, incluyendo las limitaciones, posibles dificultades, fortalezas y limitaciones).

2) Ajuste de las secuencias y puesta en marcha en el aula. Contando con tutorización individualizada por parte de las investigadoras, los asistentes realizaron los ajustes pertinentes para llevar a cabo la misma secuencia o adaptar una secuencia similar al aula.

3) Evaluación. En la última sesión del ciclo se evaluaron los resultados y se hizo la devolución de las conclusiones y volcado de materiales en carpeta común. Los criterios para la evaluación incluyeron la utilidad de las sesiones formativas y del acompañamiento, dificultades, fortalezas, oportunidades de la implementación e impacto sobre los resultados de aprendizaje pero especialmente sobre las dinámicas de aula y *engagement* del alumnado).

Este segundo momento de evaluación se apoyó en un análisis DAFO, que los docentes participantes debían entregar junto con el documento explicativo de la propuesta: a) Debilidades: ¿Qué dificultades he observado en mí misma durante la puesta en marcha de la propuesta? b) Amenazas: ¿Qué limitaciones he encontrado en el entorno? ¿Y en el alumnado? c) Fortalezas: ¿Qué puntos fuertes he descubierto en mí misma durante la aplicación? ¿En qué creo que radica el éxito de lo que ha salido bien? d) Oportunidades: ¿Qué ventajas he observado en mi alumnado, en términos de interés, motivación, aprendizaje? ¿Para todos los individuos?

Además, tras la puesta en común de las secuencias al finalizar la sesión de evaluación, los y las asistentes completaron una brújula de evaluación, incluyendo los elementos (N)ecesito mejorar, (S)ugerencias para seguir adelante, (W)orried about (preocupado por) y (E)xcitado por.

Por último, se realizó un cuestionario de satisfacción que permite indagar sobre las perspectivas de futuro de los docentes participantes en la formación.

Resultados

Los talleres contaron con la participación de entre 13 a 21 participantes, de los cuales más de la mitad concluyeron satisfactoriamente la formación (tabla 2). La mitad de los asistentes a los talleres 2 y 3 habían participado en uno o los dos anteriores, mostrando por tanto un efecto de fidelización.

Taller	N.º participantes	N.º superan la formación (diseñan secuencias)	N.º asistentes de ediciones anteriores
1	21	11 (53 %)	-
2	13	8 (73 %)	6
3	15	Sin concluir	8

Tabla 2. Asistencia a los talleres

Es llamativo el hecho de que, a pesar de ser un taller dirigido a docentes de primaria y secundaria, la participación de los docentes de primaria fue muy escasa. Solo en uno de los talleres se inscribieron tres docentes que finalmente no llevaron a cabo ninguna actividad en el aula.

A continuación se muestran algunos resultados destacados de los dos primeros talleres, ya concluidos. El tercero está en marcha y el cuarto en proyecto.

Producciones de los y las docentes

Casi ninguno de los y las docentes participantes seguía esta metodología en sus aulas, por lo que no estaban habituados a ella. Todos los participantes que acudieron a las dos primeras sesiones propusieron un tema para llevar a cabo en el aula y se les realizó una tutoría individualizada. De los que acudieron de forma parcial (solamente acudieron al primer taller), el 50 % diseñó una propuesta para llevar al aula. Cabe mencionar que ninguno de los docentes reprodujo en aula la misma propuesta presentada en el taller, sino que generalmente intentaron aplicar lo aprendido sobre la metodología de enseñanza en otro contexto similar y con otro contenido, respetando su programación anual.

En el primer taller, el 80 % completó el documento de trabajo (propuesta como tarea a entregar dentro del curso) en el que se estructuran los pasos del diseño de una propuesta basada en indagación y modelización, y de estos un 50 % lo hizo correctamente. En el segundo taller solamente lo completó un 30 %, siendo esta una tarea opcional. Resulta significativo que todos los que diseñan una propuesta adecuada, habían completado previamente los documentos de trabajo en los dos talleres. Además, de los seis participantes que acuden a los dos talleres, dos de ellos mejoraron en el diseño de la secuencia basada en modelización del segundo taller.

En la tabla 3 se muestran algunos ejemplos de éxito.

Pregunta/contexto	Curso Contenido	Indagación y/o modelización	Ejemplos de producciones del alumnado
¿Qué hay bajo nuestros pies?	1.º ESO - Estructura y composición de la corteza, manto y núcleo de la tierra - Propiedades de las rocas	Comportamiento de diferentes materiales a diferentes temperaturas Modelo de estructura de la Tierra, de distintos tipos de rocas según su densidad y origen	
¿Qué hacer con los residuos radiactivos?	2.º ESO - Isótopos - Degradación natural - Peligrosidad	Modelo del átomo Tipo de radiactividad y penetrancia en los materiales	

Tabla 3. Breve descripción de algunas propuestas de los participantes y su implementación en aula

Evaluación del impacto

El contenido de las brújulas de evaluación, los análisis DAFO y las conversaciones mantenidas en la sesión de evaluación pusieron de manifiesto las preocupaciones, dificultades y satisfacciones de los docentes tras el desarrollo de las actividades en sus aulas (figura 1).

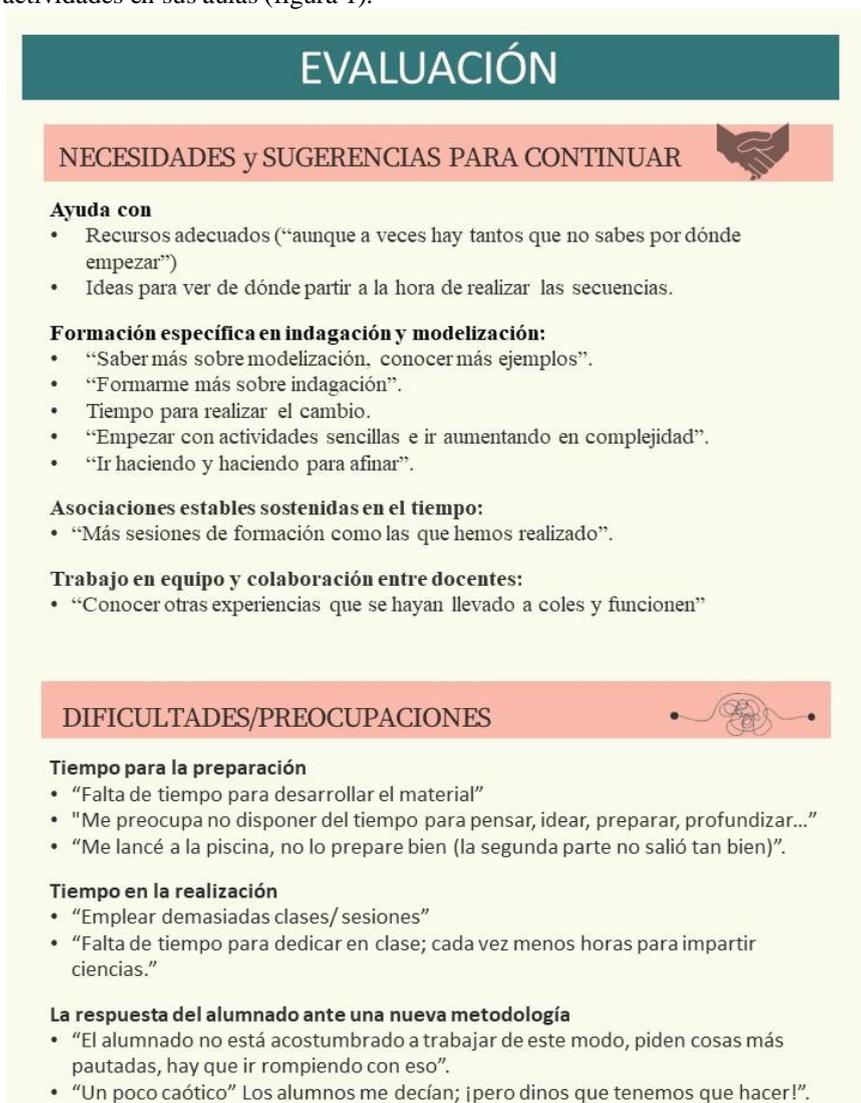


Figura 1. Resumen de la evaluación de los y las docentes tras la participación en los talleres

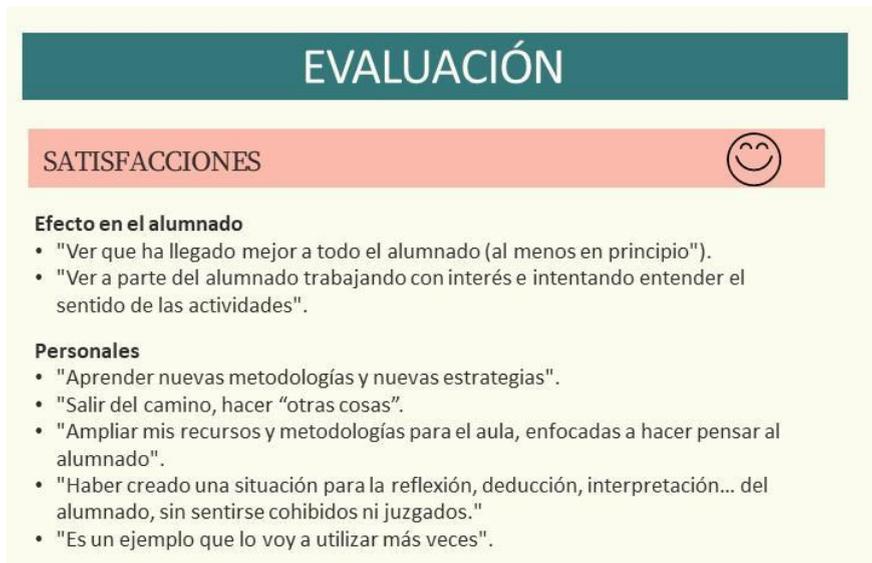


Figura 1 (continuación). Resumen de la evaluación de los y las docentes tras la participación en los talleres

Los resultados del cuestionario posterior revelaron un aumento en el interés por incorporar nuevas metodologías al aula, incluyendo actividades de investigación orientadas a la indagación. Un 92 % de los participantes manifestaron su interés por seguir formándose de ese modo, y un 8 % adicional seguiría formándose si fuese en otro formato. Es más, un 100 % de los encuestados se verían formando parte de un grupo estable de docentes "innovadores" (67 % con seguridad, 33 % positivos a la idea).

Conclusiones

A pesar de la falta de familiaridad de los docentes en activo con la indagación o la modelización, casi la mitad de los asistentes en cada taller consiguieron realizar con éxito secuencias o actividades como las solicitadas. Sin embargo, se perciben, por la forma en la que diseñan las propuestas, varias limitaciones. Por un lado, a pesar de que el documento de trabajo "obliga" a los docentes a pasar por todas las etapas de la indagación y la modelización cuando realizan el diseño, los docentes tienden a completarla de acuerdo a su manera de trabajar, intentando encajar su modelo de enseñanza en la plantilla. Por otro lado, la forma en la que entienden la indagación está más relacionada, tal como lo define Domènech (2019, p. 39), con una visión un tanto *naïf* de la ciencia, limitada a diseñar experimentos y sacar conclusiones. Además, y a pesar de haber realizado un taller vivencial, en el que se fueron analizando paso por paso los elementos de la me-

metodología, algunos todavía entienden la indagación como “buscar e interpretar información” en internet u otras fuentes. Finalmente, respecto a la modelización, les cuesta conceptualizar lo que significa, y es habitual que relacionen esta metodología con el hecho único de construir una maqueta, sin atender a un objetivo didáctico claro. Se observa una cierta progresión de aprendizaje sobre la metodología en los docentes que asisten a más de un ciclo.

Los talleres consiguieron su objetivo de aumentar el interés por esta metodología, con una amplia mayoría de los docentes interesados en seguir formándose o profundizando, en una metodología que “obliga a hacer otras cosas” y, sobre todo, provoca otros procesos (reflexionar, deducir, pensar...) entre el alumnado (figura 1).

Sin embargo, la experiencia no estuvo exenta de dificultades y celos (Kotul'áková, 2020). Para comenzar, el alumnado puede mostrarse en ocasiones reticente hacia propuestas que le exijan una participación (intelectual) más intensa, o no tolerar bien la apertura de las tareas. Existe además una percepción generalizada de que la indagación exige una mayor dedicación, tanto en tiempo de clase como por parte del docente, para la preparación previa. Por último, el profesorado en activo se siente inseguro y reclama más recursos prácticos (“que funcionen”) y más formación (coincidiendo con las conclusiones de la revisión efectuada por Kohutiarová y Kotul'áková, 2021).

Conversaciones informales con ellos y ellas permiten relacionar estas dificultades con diversos problemas estructurales: ratios elevados, alumnado muy diverso, con un número importante de casos con necesidades educativas especiales, problemas de disciplina y absentismo.

Por otra parte, la ausencia de docentes de la etapa de primaria en los talleres, a pesar de ser el público objetivo de la acción, nos hace reflexionar sobre la situación de la enseñanza de las ciencias en las aulas de primaria. ¿Cuáles son las causas de esta aparente falta de interés por la mejora de la práctica docente en ciencias naturales de este profesorado? A los factores comunes ya enunciados, se suma en el profesorado de primaria una falta de conocimiento disciplinar de las ciencias, que impide detectar las dificultades o carencias en el conocimiento didáctico. Será objetivo de futuras ediciones de los talleres encontrar las herramientas adecuadas para poder involucrar más al profesorado de educación primaria.

Referencias

Bahr, N., Dole, S., Bahr, M., Barton, G. y Davies, K. (2007). Longitudinal evaluation of the effectiveness of professional development strategies. <https://eprints.qut.edu.au/27043/>.

COSCE (2005). Acción CRECE. Comisiones de Reflexión y Estudio de la Ciencia en España.

COSCE (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf.

Couso, D., Jimenez-Liso, M. R., Refojo, C. y Sacristán, J. A. (2020). *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT & Fundación Lilly. Penguin Random House. <https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2020/11/ensenando-ciencia-con-ciencia-web.pdf>.

Crawford, B. A., Capps, D. K., Van Driel, J., Lederman, N., Lederman, J., Luft, J., Wong, S., Tan, A. L., Lim, S., Loughran, J. y Smith, K. (2014). Learning to teach science as inquiry: developing an evidence-based framework for effective teacher professional development. En N. Lederman y S. Abell (eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 193-211). Routledge.

Domènech, J. (2019). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias: 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. Octaedro: Barcelona.

Elliot, J. (1991). *Action research for educational change*. McGraw-Hill: UK.

Evens, M., Elen, J. y Depaepe, F. (2015). Developing Pedagogical Content Knowledge: Lessons Learned from Intervention Studies. *Education Research International*, 2015, 1-23. <https://doi.org/10.1155/2015/790417>.

Furió-Mas, C. y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 20 (1), 47. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3979>.

Jorba, J. y Sanmartí, N., (1996). *Enseñar a aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: MEC.

Korthagen, F., Loughran, J. y Russell, T. (2006). Developing fundamental principles for teacher education programs and practices. *Teaching and Teacher Education*, 22 (8), 1020-1041. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.04.022>.

Kotul'áková, K. (2020). Identifying beliefs held by preservice chemistry teachers in order to improve instruction during their teaching courses. *Chemistry Education Research and Practice*, 21 (3), 730-748. <https://doi.org/10.1039/c9rp00190e>.

Kohutiarová, V. y Kotul'áková, K. (2021). Teachers and Implementation of IBSE: Research Review. En M. Rusek y M. Tóthová (eds.), *Project-based education and other student-activation strategies in science education XIX* (pp. 95-103). Charles University, Faculty of Education.

Martínez Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R. y Jiménez Liso, M. R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por

Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28. <https://doi.org/10.7203/dces.28.3153>.

OECD (2009). Equally prepared for life? How 15-year-old boys and girls perform in school. <https://www.oecd.org/education/school/programme-for-international-student-assessment-pisa/equally-prepared-for-life-how-15-year-old-boys-and-girls-perform-in-school.htm>.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. www.pollen.europa.net/pollen_dev%0A/Images_Editor/Nuffield_report.pdf.

Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Cantó, J. R. y Guisasaola, J. (2017). Influence of teacher training and science education research in the teaching practice of science in-service teachers. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 36 (1), 25. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>.

Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 28 (3), 417-432.

