

30

ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES



Melilla, 7 a 9 de septiembre de 2022

CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA EN MELILLA

ORGANIZAN



COLABORAN



30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural

Benarroch Benarroch, Alicia (editora)

Melilla, 2022

Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones

Nº de páginas: 1469

21 x 29,7 cm

Índice general: pp. 9-25

Índice de autores: pp. 27-33

ISBN: 978-84-338-7039-1 (edición electrónica)

**30 Encuentros Internacionales de
Didáctica de las Ciencias Experimentales**

Melilla, 7, 8 y 9 de septiembre de 2022

Alicia Benarroch Benarroch

(editora)

Comité Organizador

Coordinadora

Dra. Alicia Benarroch Benarroch, *Universidad de Granada (España)*

Vocales

Dr. Sergio David Barón López, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Francisco Javier Carrillo Rosúa, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Agustín Cervantes Madrid, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Gracia Fernández Ferrer, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Alicia Fernández Oliveras, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Araceli García Yegüas, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Verónica Guilarte Moreno, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Francisco González García, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Pilar Jiménez Tejada, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Francisco Javier Perales Palacios, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Sila Pla Pueyo, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Rodríguez Serrano, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María del Carmen Romero López, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Luis Ruíz Rodríguez, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Ángeles Sánchez Guadix, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Mercedes Vázquez Vílchez, *Universidad de Granada (España)*

Dr. José Miguel Vílchez González, *Universidad de Granada (España)*

Comité Científico

- Dr. Alfonso Pontes Pedrajas**, *Universidad de Córdoba (España)*
Dra. Alicia Benarroch Benarroch, *Universidad de Granada (España)*
Dra. Ana María Criado García-Legaz, *Universidad de Sevilla (España)*
Dra. Ana Dumrauf, *Universidad Nacional de La Plata (Argentina)*
Dra. Ana María Abril Gallego, *Universidad de Jaén (España)*
Dra. Ana Rivero García, *Universidad de Sevilla (España)*
Dr. Ángel Ezquerro Martínez, *Universidad Complutense de Madrid (España)*
Dr. Ángel Blanco López, *Universidad de Málaga (España)*
Dr. Ángel Luis Cortés Gracia, *Universidad de Zaragoza (España)*
Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal, *Universidad de Málaga (España)*
Dr. Bartolomé Vázquez Bernal, *Universidad de Huelva (España)*
Dra. Conxita Márquez Bargalló, *Universidad Autónoma de Barcelona (España)*
Dra. Cristina Vallés Rapp, *Universidad de Valladolid (España)*
Dr. David Aguilera Morales, *Universidad Isabel I de Burgos (España)*
Dr. Eduardo Ravanal Moreno, *Universidad de Santo Tomás (Chile)*
Dra. Fátima Paixão, *Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal)*
Dra. Florentina Cañada Cañada, *Universidad de Extremadura (España)*
Dr. Jenaro Guisasola Aranzabal, *Universidad del País Vasco (España)*
Dr. Joao Batista Siqueira, *Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Brasil)*
Dr. John Jairo Briceño, *Universidad Antonio Nariño (Colombia)*
Dr. José Cantó Doménech, *Universidad de Valencia (España)*
Dr. José Manuel Domínguez Castiñeiras, *Universidad de Santiago de Compostela (España)*
Dr. José María Oliva Martínez, *Universidad de Cádiz (España)*
Dr. José Ramón Díez López, *Universidad del País Vasco (España)*
Dr. Juan Carlos Rivadulla López, *Universidad Da Coruña (España)*
Dr. Manuel Mora Márquez, *Universidad de Córdoba (España)*
Dra. María Mercedes Martínez Aznar, *Universidad Complutense de Madrid (España)*
Dra. María Rut Jiménez Liso, *Universidad de Almería (España)*
Dr. Pedro Rocha dos Reis, *Universidad de Lisboa (Portugal)*
Dr. Rafael López Gay, *Universidad de Almería (España)*
Dr. Roque Jiménez Pérez, *Universidad de Huelva (España)*
Dra. Silvina Cordero, *Universidad de Buenos Aires (Argentina)*
Dra. Susana García Barros, *Universidad da Coruña (España)*
Dr. Valentín Gavidia Catalán, *Universidad de Valencia (España)*

Presentación

Los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales arrancan en 1980 con la primera edición en la ciudad de Granada. Desde entonces, han recorrido una gran extensión de la geografía española, incluso repitiendo en algunas ciudades, como Huelva, Málaga, Almería, Badajoz y A Coruña.

Melilla, esa ciudad española y africana desconocida por muchos, anhelaba llegar a ser también anfitriona de tan importante evento. Y este deseo se ha visto cumplido con la edición número 30, celebrada del 7 al 9 de septiembre de 2022, bajo el lema “La enseñanza de las ciencias en un entorno multicultural”. Con ello, los Encuentros se estrenan en otro continente.

Esta aventura no ha sido fácil. Dio comienzo con una candidatura presentada en la Asamblea Anual de la Asociación de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) celebrada en 2018, durante los 28 Encuentros de A Coruña. Con una enorme satisfacción, aceptamos el acuerdo de que Melilla fuera finalmente la sede de la edición del 2022, pues ello suponía que la Universidad de Granada, ahora en su campus de Melilla, volvía a ser, 30 ediciones y 42 años después, la universidad anfitriona de los Encuentros.

Desde esa euforia inicial hasta la celebración de estos Encuentros, han transcurrido cuatro años y, sobre todo, una pandemia mundial con consecuencias nefastas en todo el planeta. La gran pregunta que nos ha mantenido en vilo ha sido si podríamos llegar a realizar un encuentro presencial. De hecho, ya teníamos los antecedentes de los 29 Encuentros de Córdoba que finalmente tuvieron que realizarse virtualmente. Por ello, se tomó la decisión de adoptar un formato dual, lo que implica duplicar los esfuerzos para que sean del agrado tanto de los asistentes presenciales como de los virtuales. Otra primicia de estos Encuentros.

Una ventaja de este formato dual es que permitía reforzar el carácter internacional de los Encuentros. Para ello, se amplió el comité científico con investigadores relevantes extranjeros y se alimentaron las redes sociales para atraer a participantes de otras latitudes. El propio nombre de los “30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales”, recoge este objetivo. Tercera primicia de estos Encuentros.

Las Actas de los 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales, que aquí recogemos, muestran que el objetivo por el que se iniciaron estos Encuentros, crear un foro de debate y reflexión sobre la enseñanza de las ciencias, está más vivo que nunca. Y ello no solo por el número de trabajos presentados (entre los distintos formatos de participación - comunicaciones orales y pósteres, simposios y workshops-, se compendian 213 participaciones), sino también por la calidad de los mismos y el aumento de los grupos y proyectos de investigación e innovación que se extienden por todo el estado español y países latinoamericanos.

La organización de estos Encuentros ha recaído en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y en la Asociación de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Han estado precedidos por la sexta escuela de doctorado, que se ha celebrado los días 5 y 6 de septiembre de forma presencial también en la ciudad de Melilla.

Todo ello no hubiera sido posible sin la ayuda de los patrocinadores:

- La Universidad de Granada, a través del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia;
- La Ciudad Autónoma de Melilla, a través del Patronato de Turismo;
- La Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla; y
- El Grupo Editorial Anaya.

Asimismo, además de participantes, los siguientes proyectos de investigación han contribuido a financiar los Encuentros:

- El proyecto EduC3: La competencia de cambio climático y el aprendizaje intergeneracional.
- Identificación de contextos científicos en la sociedad. Herramientas para docentes y ciudadanos.
- MOST: alfabetización científica y educación para la sostenibilidad a través de Proyectos de Escuela Abierta.
- La narración como eje para integrar STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua: el modelo SeLFiE.
- Cinemática a través de Alicia en el País de las Maravillas.
- Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias.

En nombre de nuestra Universidad y de nuestro Departamento, damos las gracias a las entidades colaboradoras en estos encuentros, y, sobre todo, a todas y todos los que han contribuido con aportaciones y trabajos. Sin ellos, sería imposible realizar esta publicación.

Las bases del Conocimiento Profesional del Profesorado en formación inicial sobre la Naturaleza de la Ciencia

Bartolomé Vázquez-Bernal¹, M^a Ángeles de las Heras Pérez², Roque Jiménez-Pérez³, Diego A. Retana Alvarado⁴

¹ Universidad de Huelva. bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

² Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

³ Universidad de Huelva. rjimenez@ddcc.uhu.es

⁴ Universidad de Costa Rica. diegoarmando.retana@ucr.ac.cr

RESUMEN: El trabajo analiza las percepciones que el alumnado del Máster de Profesorado de Secundaria (MPS) de Física-Química posee sobre la Naturaleza de las Ciencias (NDC) en su Conocimiento Profesional inicial, basado en lo que se denomina Hipótesis de la Complejidad. El sistema de categorías lo conforman cuatro categorías: Qué es el conocimiento científico, Quién lo construye, Cómo se construye y Para qué sirve. Los resultados indican la existencia de obstáculos que pueden abordarse en este periodo de su formación inicial.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento Profesional, Hipótesis Complejidad, Naturaleza de la Ciencia.

ABSTRACT: The paper analyzes the perceptions that the students of the Master's Degree in Physics-Chemistry have about the Nature of Science (NoS) in their initial Professional Knowledge, based on what is called the Complexity Hypothesis. The category system is made up of four categories: What is scientific knowledge, who builds it, how it is built and what it is for. The results indicate the existence of obstacles that can be addressed in this period of their initial training.

KEYWORDS: Professional Knowledge, Complexity Hypothesis, Nature of Science.

MARCO TEÓRICO

El sustrato teórico del conocimiento del profesorado se ha ido remodelando con el paso del tiempo, con teorías en competición, existiendo en la actualidad un enfoque más integrado (Carlson & Daehler, 2019). Este enfoque que sitúa las Bases del Conocimiento Profesional del Profesorado (BCPP) como sustentación del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), el cual describe las complejas capas de conocimiento y experiencia (Acción, Personal y Colectivo) que dan forma e informan la práctica del profesorado a lo largo de sus carreras profesionales.

En paralelo, se ha venido desarrollando el concepto de Hipótesis de la Complejidad (HC), cuya noción central es el desarrollo de la competencia del profesorado para interactuar, junto con su alumnado, de forma emancipadora con el entorno social y sostenible con el natural, a través de la acción y la reflexión orientada a la praxis (Retana, 2018; Vázquez-Bernal et al., 2021). Esta HC se estructura en torno a tres dimensiones (Técnica, Práctica

y Crítica) de forma jerárquica, con un gradiente de interacción socio-natural, situando los obstáculos en la denominada racionalidad técnica (dimensión Técnica. Para la NDC se parte del trabajo de Wamba (2000) que parte de una concepción epistemológica de carácter empirista-mecanicista-positivista, pasando por estados intermedios, hasta una posición constructivista social y relativista para la ciencia y su desarrollo. Creemos que el trabajo es relevante, pues como expresa García-Carmona (2021) en una revisión desarrollada, en España, la NDC ha sido infra-atendida en la educación científica, en general y, especialmente en Educación Primaria.

METODOLOGÍA

A partir de las nociones de BCPP (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999) y la HC, se ha establecido un sistema de categorías (tabla 1) que incide en el Conocimiento sobre la Ciencia, en concreto sobre la NDC del BCPP y que articulamos en 4 ámbitos: Qué es el conocimiento científico (A), Quién construye el conocimiento científico (B), Cómo se construye el conocimiento científico (C) y Para qué sirve el conocimiento científico (D).

Tabla 1. Sistema de categorías para el análisis de la NDC en las BCCP.

Categorías	Indicadores	Descriptores	Nivel de Complejidad
Qué es el conocimiento científico (A)	Los conceptos y modelos científicos son fieles reflejos de la realidad.	El conocimiento científico se corresponde con una concepción epistemológica de carácter empirista-mecanicista-positivista	A ₁ (inicial)
	El conocimiento científico es una forma de ver el mundo, organizada y consensuada por una comunidad científica.	Este conocimiento se caracterizaría por ser un reflejo de la realidad externa, el cual permitiría la posibilidad de un conocimiento objetivo y, por tanto, de verdades absolutas y cerradas, lo que conduce a una visión enciclopedista y acumulativa del mismo y a la supremacía del conocimiento científico por encima de cualquier otro tipo de conocimiento	A ₂ (transición)
	La validación del conocimiento científico pasa por ser aceptado por culturas diferentes.	Este tipo de conocimiento es validado a través de niveles intermedios de concepciones. En el nivel intermedio encontramos modelos duales entre positivismo y constructivismo	A ₃ (transición)
	El conocimiento científico es provisional, no puede ser nunca impuesto como la verdad, y tiene carácter temporal.	El conocimiento científico se corresponde con una concepción epistemológica de carácter constructivista-relativista, en el que el conocimiento es considerado como construcción que ocurre en la interacción sujeto-sujeto y sujeto-mundo, estando determinado tanto por las propiedades de la realidad como por las del sujeto que lo construye	A ₄ (referencia)
Quién construye el conocimiento científico (B)	La ciencia es fundamentalmente una construcción individual	La construcción del conocimiento es un acto individual, producto de reflexiones aisladas de la interacción social	B ₁ (inicial)
	La ciencia es fundamentalmente la labor de un equipo de investigación	La construcción del conocimiento se enmarca en las labores de un equipo de investigación	B ₂ (transición)
	La ciencia es el producto del trabajo de la comunidad científica	El conocimiento científico lo construye la comunidad científica, con la actividad de científicos activos, poseedores de un método infalible	B ₃ (transición)

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

	La ciencia es fundamentalmente una construcción social	La construcción del conocimiento no es exclusiva de los científicos, se admite el valor del conocimiento popular, que son individuos subjetivos, pero colectivamente críticos y selectivos, su actividad está condicionada histórica y colectivamente	B ₄ (referencia)
Cómo se construye el conocimiento científico (C)	A menudo, los descubrimientos científicos se han producido por casualidad	Dicha construcción se establece a partir de los hallazgos casuales producto de reproducciones empíricas y trabajos elaborados por individuos	C ₁ (inicial)
	El desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia ha sido un proceso acumulativo de más y más conocimiento	El conocimiento científico se construye a partir de una acumulación de experiencias empíricas, producto de la observación directa de la naturaleza y de los fenómenos, lo que conduce a una formulación de hipótesis y a su posterior contrastación	C ₂ (transición)
	El conocimiento científico empieza con observaciones en la naturaleza, que le llevan a elaborar hipótesis, comprobarlas y finalmente desarrollar teorías	El conocimiento científico es un reflejo de la realidad subyacente y una construcción colectiva que transita entre la subjetividad de quien la produce partiendo además del reconocimiento del mundo y de los aportes de una comunidad científica	C ₃ (transición)
	El conocimiento científico se construye aplicando una lógica universal al mundo de los fenómenos naturales	Dicha construcción se acerca a distintas formas de acercar el mundo fenomenológico con una visión que acerca más al constructivismo social y a no necesariamente partir de las mismas lógicas	C ₄ (transición)
	El conocimiento científico es el resultado del consenso y la negociación dentro de la comunidad científica	Los criterios de construcción del conocimiento parten por el reconocimiento del mundo natural y de los fenómenos como una construcción social, mediada por el trabajo y esfuerzo de una comunidad científica	C ₅ (referencia)
Para qué sirve el conocimiento científico (D)	Los nuevos conocimientos científicos han de tener consecuencias tecnológicas relevantes.	La ciencia debe servir para construcciones empíricas y debe ser siempre aplicable para la producción y consumo de tecnología	D ₁ (inicial)
	Los científicos intentan rigurosamente eliminar la perspectiva humana de la descripción del mundo	El conocimiento científico debe prevalecer frente a otro tipo de conocimiento, otorgando un valor de verdad atribuible a lo explicable desde la razón objetiva	D ₂ (transición)
	Una legítima meta del descubrimiento científico es controlar la naturaleza	Dicho conocimiento transita por el ámbito positivista, como factor de control de la naturaleza misma y de objeto de construcción absoluta	D ₃ (transición)
	El propósito de la ciencia es establecer un control intelectual sobre la experiencia en forma de leyes precisas que puedan estar formalmente organizadas y empíricamente comprobadas	El objetivo de dicho conocimiento es reduccionista y empirista en relación a la construcción de leyes y formulación de teorías	D ₄ (transición)
	El conocimiento científico sirve para acercarse a la verdad y lograr una comprensión plural del mundo en que vivimos	Se aplica más al ámbito de la construcción del conocimiento desde una perspectiva social más comprensible y del mundo	D ₅ (referencia)

El instrumento de recolección consistió en un cuestionario que emana directamente del Sistema de Categorías (tabla 1) con estructura tipo Likert (1: totalmente en desacuerdo, 2: desacuerdo, 3: acuerdo, 4: bastante de acuerdo, 5: totalmente de acuerdo. Se acordó usar un orden subvertido para impedir que el alumnado tuviese evidencias de la HC subyacente. Los individuos participantes fueron 46 estudiantes (27 mujeres y 19 varones), de formación mayoritaria en Ciencias Químicas (39) y unos pocos en Físicas (7) y una edad media de 27 años. Es importante recalcar que el cuestionario se implementó al concluir la docencia del alumnado en el máster.

Respecto a la consistencia interna del cuestionario, se calculó el omega de McDonald (aconsejado para variables ordinales cuando hay menos de siete alternativas elegibles), proporcionando un valor de 0.801, un valor satisfactorio y robusto en una investigación exploratoria.

RESULTADOS

Se aplicaron diversos métodos estadísticos (estadísticos descriptivos, correlaciones y análisis factorial) para encontrar pautas que permitiesen interpretar las percepciones del alumnado hacia la NDC. Ante la disparidad de resultados, básicamente inconsistencias de las respuestas del alumnado entre las dimensiones de una misma categoría (sin pautas concretas) y, para ahondar más en la HC, se decidió agrupar la escala Likert en una escala más reducida, de forma que los valores 1 y 2 se agruparon en el nuevo valor 1 y los valores 3, 4 y 5 con el nuevo valor 2. Estos resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2- Estadísticos descriptivos, correlaciones y factores extraídos.

Ámbitos	Categorías	M	DE	Error (%)	Correl. (+) Intra-ámbitos bivariadas (p <0 .05)	Correl. Inter-ámbitos bivariadas (p <0 .05)	Análisis factorial
Qué es el conocimiento científico	A ₁	1.78	0.417	23.43	-		Factor 1: A ₁ Factor 2: A ₂ -A ₃ -A ₄
	A ₂	2.02	0.494	24.46			
	A ₃	1.65	0.482	29.21			
	A ₄	1.63	0.610	37.42			
Quién construye el conocimiento científico	B ₁	1.35	0.482	35.70	B ₁ -B ₄ B ₂ -B ₃ B ₂ -B ₄		Factor 1: B ₁ -B ₄ Factor 2: B ₂ -B ₃
	B ₂	1.87	0.341	18.24			
	B ₃	1.98	0.147	7.42			
	B ₄	1.76	0.431	2.49			
Cómo se construye el conocimiento científico	C ₁	1.80	0.401	2.28	C ₁ -C ₂	A ₂ -D ₄ B ₁ -D ₄ B ₃ -C ₁ C ₄ -D ₄	No hay reducción factorial
	C ₂	1.98	0.147	7.42			
	C ₃	2.00	0.000	0.00			
	C ₄	1.93	0.442	22.90			
	C ₅	1.78	0.417	23.43			
Para qué sirve el conocimiento científico	D ₁	1.46	0.504	34.52	D ₂ -D ₃		No hay reducción factorial
	D ₂	1.43	0.501	35.03			
	D ₃	1.54	0.504	32.73			
	D ₄	1.76	0.431	24.49			
	D ₅	2.00	0.000	0.00			

A) Estadísticos descriptivos:

a) *Qué es el Conocimiento Científico*

Se observa que en esta categoría, los dos valores medios más elevados corresponden a los niveles intermedio (A₂) e inicial (A₁), es decir, existe una opción no despreciable de entender el conocimiento científico como superior con una concepción epistemológica de

carácter empirista-mecanicista-positivista, aunque existe una opción algo más minoritaria en niveles más complejos de transición (dualismo) y de referencia (constructivista-relativista).

b) Quién construye el Conocimiento Científico

En el caso de quiénes construyen, la opción más elegida en el nivel de transición (B₃) con diferencia. El alumnado percibe que es la comunidad científica la constructora, con la actividad de científicos activos, poseedores de un método infalible.

c) Cómo se construye el Conocimiento Científico

Las tres opciones más elegidas en el caso de cómo es la construcción, corresponden a los niveles de transición, en especial C₃, es decir, el alumnado entiende que este conocimiento es un reflejo de la realidad subyacente, a partir de una acumulación de experiencias empíricas, producto de la observación directa de la naturaleza y de los fenómenos, lo que conduce a una formulación de hipótesis y a su posterior contrastación. La última elección es el nivel deseable, C₄ relacionado con el constructivismo social.

d) Para qué sirve el Conocimiento Científico

En lo referente a la utilidad del conocimiento científico, parece que hay acuerdo entre el alumnado, pues la opción más elegida en la de referencia (D₄), es decir, existe una conciencia global y una perspectiva social más comprensible sobre esta finalidad del conocimiento.

B) Correlaciones

Para sustentar el estudio calculamos los errores asociados (tabla 3), para determinar la potencia estadística. Como se observa, solo dos correlaciones muestran valores superiores al 50 % de potencia, aunque este valor asociado a los “falsos negativos” se considera poco asumible. De estas correcciones, solo interpretaremos dos, asociados a las categorías Quién y Para qué, que nos indican que, previsiblemente, existen correlaciones positivas ente los niveles de transición de ambas categorías (B₂-B₃ y D₂-D₃). La primera, como se ha especificado, asocia la construcción a las comunidades de científicos exclusivamente y un reduccionismo positivista y empirista para la utilidad de la ciencia.

Tabla 3- Correlaciones significativas y errores asociados.

Correlaciones entre dimensiones	ρ Spearman H ₁	Error α	Potencia (1- β)
A ₂ -D ₄	0.354	0.016	0.51
B ₁ -B ₄	0.302	0.041	0.36
B ₁ -D ₄	0.302	0.041	0.36
B₂-B₃	0.385	0.008	0.51
B ₃ -C ₁	0.302	0.041	0.36
C ₁ -C ₂	0.302	0.041	0.36
C ₄ -D ₄	0.299	0.044	0.51
D₂-D₃	0.364	0.013	0.51

C) Análisis factorial

El análisis factorial realizado en cada categoría parece coincidir con los resultados de las correlaciones descritas anteriormente (ver tabla 2). Se observa en la categoría *Qué es el conocimiento científico* que existe una agrupación de variables entre los estados de transición (A₂-A₃) y análogamente con la categoría *Cómo se construye el conocimiento científico* con los estados intermedios B₂-B₃. Por su parte, la asociación B₁-B₄, entre los

niveles iniciales y de referencia parece inconsistente y habría que profundizar en el análisis de sus declaraciones personales.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados podemos concluir que, excepto en la categoría D, el alumnado del MPS se encuentra en el nivel de referencia, mientras en el resto se sitúan en etapas de transición, asumiendo ciertos aspectos de inconsistencias. Parece un resultado aceptable, ahora bien, la recolección de datos es al final del periodo de formación, por lo que parece que su grado de influencia es parcial y mejorable, como algunas experiencias han mostrado (Cobo-Huesa et al., 2022), aunque puede reforzarse con actividades finales reflexivas de autorregulación (Vicente, 2022). Por tanto, los planes de formación del profesorado para la enseñanza de las ciencias deben incluir la NDC (Carmona, 2021), así como investigar cómo los estudiantes perciben la ciencia y sus modelos en cualquier nivel educativo (Oliva y Blanco, 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlson, J. & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (eds.) *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Singapore: Springer Nature.
- Cobo-Huesa, C., Ariza, M. R., & Gallego, A. M. A. (2022). Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3602-3602.
- García-Carmona, A. (2021). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década. *Revista de Educación*, 394, 231-258.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95-132). Boston: Kluwer.
- Oliva, J. M. y Blanco, Á. (2021). Development of a questionnaire for assessing Spanish-speaking students' understanding of the nature of models and their uses in science. *Journal of Research in Science teaching*, 58(6), <https://doi.org/10.1002/tea.21681>
- Retana Alvarado, D. A. (2018). *El cambio en las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia basada en la indagación*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- Vázquez-Bernal, B., Mellado Jiménez, V. & Jiménez-Pérez, R. (2021). The long road to shared PCK: A science teacher's personal journey. *Research in Science Education*, 51(5). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11165-021-10028-4.pdf>
- Vicente, J., Jiménez-Tenorio, N., & Oliva, J. (2022). la Naturaleza de la Ciencia como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. *REIFOP*, 97(36.1). <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92424>
- Wamba, A. M. (2000). *Didactic models and obstacles to professional development: Case studies with teachers of Experimental Sciences in Secondary Education*. Doctoral dissertation. Recuperado el 22 de diciembre de 2021 de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/2717>

