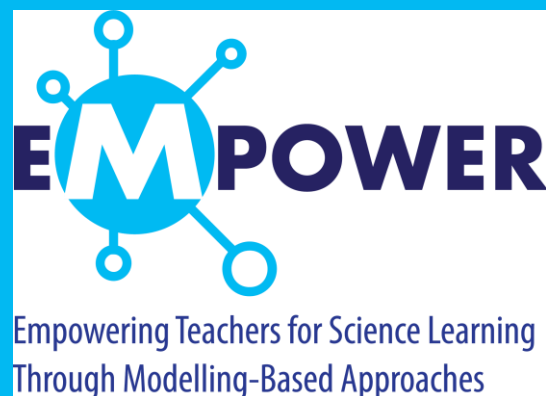


INFORME CONSOLIDADO DE EMPOWER

NECESIDADES DEL PERSONAL DOCENTE Y PRÁCTICAS DOCENTES ACTUALES PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN LA MODELIZACIÓN EN CUATRO PAÍSES

2026



Proyecto Erasmus+ EMPOWER

CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DOCENTE PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS MEDIANTE ENFOQUES BASADOS EN LA MODELIZACIÓN

Equipo del proyecto encargado del paquete de trabajo (por orden alfabético)

Tom Bielik (SRU), Evridiki Eracleous (EUC), Carme Grimalt-Álvaro (UAB), Felicitas Haupts (IPN), Wouter van Joolingen (UU), Moritz Krell (IPN), Kim Krijtenburg-Lewerissa (UU), Kim Eleni Lobner (IPN), Andrea López-Incera (UAB), Víctor López-Simó (UAB), Loucas Louca (EUC), Anna Marbà-Tallada (UAB), Marios Papaevripidou (UCY), Chloi Savvidou (EUC), Ronja Sowinski (IPN), Kyriaki Vakkou (UCY), Esther Zeedijk (SRU)

Índice

.....	1
1 Introducción.....	2
2 Método	2
3 Resultados.....	4
3.1 Conocimiento.....	5
3.2 Experiencia docente.....	5
3.3 Integración curricular	6
3.4 Apoyo y necesidades del profesorado.....	7
4 Conclusiones	8

1 Introducción

El presente informe recoge los resultados de un estudio cualitativo realizado en el marco del proyecto EMPOWER, cuyo objetivo es comprender mejor las prácticas actuales, los retos y las necesidades relacionados con el aprendizaje basado en la modelización (MbL) en la enseñanza de las ciencias. A través de una serie de entrevistas en grupos de discusión con docentes en activo y agentes educativos del ámbito educativo en Alemania, Chipre, España y los Países Bajos, el estudio analiza cómo se entienden los modelos y la modelización, cómo se utilizan en los procesos de enseñanza aprendizaje, y qué formas de apoyo se necesitan para reforzar su papel en la enseñanza de las ciencias. Los grupos de discusión se diseñaron para recabar tanto experiencias a nivel del aula como perspectivas institucionales o curriculares más amplias, lo que proporciona una visión general de las condiciones que determinan la implementación del MbL.

Los resultados que aquí se presentan tienen dos objetivos. En primer lugar, ofrecen una visión específica de cada país sobre las experiencias de los docentes y los agentes educativos con los modelos, la modelización y el MbL, destacando los factores contextuales que influyen en la práctica. En segundo lugar, contribuyen a una síntesis transnacional que identifica retos comunes, oportunidades emergentes y áreas en las que se necesita más apoyo o desarrollo. En conjunto, estas perspectivas sientan las bases para diseñar un desarrollo profesional específico, elaborar materiales de apoyo y orientar los futuros esfuerzos de desarrollo curricular destinados a reforzar la enseñanza de las ciencias basada en la modelización en toda Europa.

2 Método

Este estudio utilizó entrevistas semiestructuradas en grupos de discusión para investigar las perspectivas de los docentes y los agentes educativos sobre el aprendizaje basado en la modelización (MbL) en la enseñanza de las ciencias en los países participantes. El objetivo es documentar las prácticas actuales, los retos y las necesidades, y elaborar tanto informes específicos por país como una síntesis transnacional. Entre los participantes se encontraban tanto profesores de ciencias en activo y agentes educativos a nivel nacional, como responsables del desarrollo curricular, responsables políticos y formadores de docentes. La selección de participantes se organizó a nivel local en cada país (véase la Tabla 1).

Tabla 1 Participantes en las entrevistas de los grupos de discusión

<i>País</i>	<i>N.º de grupos de discusión</i>	<i>Profesores participantes</i>	<i>Agentes educativos participantes</i>
<i>Alemania</i>	1	4 profesores de secundaria con formación en diversas materias y distintos niveles	3 agentes educativos implicados en la formación del profesorado, el desarrollo profesional, la implementación del plan de

		de experiencia con el enfoque «MbL»	estudios y el apoyo institucional a la enseñanza de las ciencias
<i>Chipre</i>	1 (UCY)	5 profesores de primaria familiarizados con diversas prácticas docentes, incluido el MbL	4 agentes educativos que desempeñan funciones institucionales en la enseñanza de las ciencias, entre ellas inspectores y asesores implicados en la implementación del currículo y el apoyo al profesorado
	2/3 (EUC)	10 profesores de educación infantil (dos grupos de discusión de cinco), con distintos niveles de experiencia en MbL	-
<i>España</i>	1	5 profesores de primaria con distintos niveles de experiencia en MbL	5 agentes educativos relacionados con la formación del profesorado de primaria y secundaria, la implementación de los planes de estudios, el desarrollo de la evaluación y las estructuras de apoyo pedagógico en la enseñanza de las ciencias
<i>Países Bajos</i>	1 (SRU/UU)	4 profesores de secundaria de física, biología y química con experiencia en MbL	3 agentes educativos que abarcan el ámbito editorial, la formación del profesorado y la investigación educativa para la enseñanza secundaria
	2 (SRU/UU)	3 profesores de secundaria de física y biología con experiencia en MbL	4 agentes educativos, entre los que se incluyen responsables del desarrollo curricular, responsables de la elaboración de pruebas, formadores de docentes e investigadores en el ámbito de la educación secundaria.

Cada grupo de discusión duró aproximadamente entre 60 y 90 minutos y siguió un protocolo de entrevista común. El protocolo garantizó la coherencia entre los distintos países, al tiempo que permitía a los moderadores adaptar el desarrollo del debate cuando surgían de forma espontánea temas relevantes. Cada sesión comenzó con una breve introducción en la que el moderador explicó el objetivo del estudio, hizo referencia a la carta informativa y recordó a los participantes sus derechos, entre ellos la participación voluntaria, el anonimato y el tratamiento seguro de los datos. El consentimiento se confirmó mediante la participación continuada. El protocolo constaba de dos versiones paralelas —una para los profesores y otra para los agentes educativos—, cada una de ellas organizada en secciones temáticas.

El protocolo para docentes se centró en:

1. los conocimientos y opiniones de los docentes sobre los modelos, la modelización y el MbL;
2. sus experiencias docentes y prácticas de modelización;
3. las conexiones con el plan de estudios nacional; y
4. las necesidades percibidas de mayor apoyo.

El protocolo de los agentes educativos abordó:

1. los conocimientos y opiniones de los agentes educativos sobre los modelos, la modelización y el MbL;
2. la situación del MbL en el plan de estudios nacional;
3. los recursos disponibles y el apoyo a nivel del sistema; y
4. las necesidades para reforzar la enseñanza de las ciencias basada en la modelización.

Los moderadores utilizaron las preguntas como puntos de partida para estimular el debate, animaron a dar más detalles cuando era necesario y se aseguraron de que la participación fuera equilibrada. Se podían omitir preguntas si el tema ya se había tratado, y todas las entrevistas concluían con una pregunta sobre lo que necesitan los profesores para integrar aún más la modelización en sus clases. Cada sesión finalizaba con una breve conclusión y el fin de la grabación. Tras la sesión, las entrevistas se transcribieron y se anonimizaron.

3 Resultados

En todos los contextos participantes, las entrevistas revelan un reconocimiento ampliamente compartido del valor educativo de los modelos, la modelización y el aprendizaje basado en la modelización (MbL), junto con una notable variación en la forma en que se entienden, se ponen en práctica y se apoyan estos conceptos. Aunque las condiciones estructurales y curriculares difieren, los resultados ponen de relieve, en su conjunto, el papel central que desempeñan los modelos a la hora de ayudar a los alumnos a comprender fenómenos científicos complejos o invisibles, así como los retos a los que se enfrentan los profesores a la hora de implementar la modelización como práctica científica iterativa. La síntesis que figura a continuación compara las perspectivas de Alemania, España, Chipre y los Países Bajos, centrándose en cuatro áreas temáticas.

3.1 Conocimiento

En todos los contextos, los participantes describen los modelos como representaciones de la realidad que ayudan a explicar y predecir fenómenos científicos, pero sus conocimientos e interpretaciones difieren entre los distintos grupos y países. Los agentes educativos suelen expresar una comprensión más epistémica y orientada a los procesos, mientras que los docentes suelen enmarcar los modelos en función de sus funciones explicativas o ilustrativas en el aula. En **Alemania**, los agentes educativos y los docentes de secundaria afirman que sus conocimientos sobre los modelos y la modelización provienen de la formación inicial y continua del profesorado, así como su experiencia en el aula. Los docentes hacen hincapié en los modelos como herramientas explicativas con un propósito concreto y tienden a considerar la modelización como la construcción de modelos, mientras que los agentes educativos describen la modelización como una práctica científica más amplia que implica probar, revisar y criticar los modelos. En **Chipre**, los conocimientos de los docentes provienen en gran medida de los estudios de posgrado. Los profesores de educación infantil con más experiencia consideran la modelización como un proceso en el que los niños construyen y mejoran sus ideas, mientras que los docentes con menos experiencia la ven principalmente como una exploración práctica. Los profesores de primaria describen la modelización como una forma de hacer visible el pensamiento de los niños y ayudarles a ajustarlo, y los agentes educativos la ven como una habilidad científica más amplia que fomenta la investigación y el pensamiento crítico. En **España**, los agentes educativos afirman que sus conocimientos provienen principalmente de la experiencia profesional y la formación continua, mientras que los profesores de primaria señalan que no aprendieron acerca de la modelización durante su propia formación. Ambos grupos entienden la modelización como un proceso paso a paso que implica cuestionar, razonar y revisar las explicaciones. Sin embargo, los docentes afirman que sus conocimientos sobre cómo llevar a cabo este ciclo completo son en su mayoría teóricos y difíciles de aplicar en la práctica. En **los Países Bajos**, los profesores de secundaria y los agentes educativos afirman que sus conocimientos provienen principalmente del interés personal y del desarrollo profesional, y varios señalan que la modelización no formaba parte de su formación docente. Tanto los docentes como los agentes educativos describen la modelización como un proceso iterativo de prueba y modificación constantes de los modelos, y algunos destacan la modelización como una práctica social que implica la colaboración y el discurso dentro de las comunidades científicas.

3.2 Experiencia docente

En los distintos países, las experiencias de los docentes con la modelización vienen determinadas por las expectativas curriculares, la confianza en la enseñanza de las ciencias y el grado en que la modelización está integrada en la práctica cotidiana. Aunque los docentes suelen valorar la modelización, su puesta en práctica en el aula varía mucho y a menudo se ve limitada por el tiempo, los materiales y las rutinas establecidas. En **Alemania**, los docentes de secundaria indican que abordan explícitamente los modelos, a menudo destacando sus

limitaciones. Los alumnos crean y utilizan modelos con regularidad, aunque la revisión sistemática es menos habitual. Los docentes describen su papel como el de estructurar y facilitar las actividades de modelización —seleccionando modelos, definiendo tareas y adaptando el nivel de complejidad— al tiempo que dejan margen para la participación independiente. Entre los retos se encuentran la elección de modelos adecuados, la definición de criterios y el equilibrio entre la ambición y las realidades del aula. En **Chipre**, los profesores de educación infantil utilizan la modelización como una actividad en la que los niños crean y debaten activamente representaciones, pero el grado de implicación varía en función de la experiencia del profesor. Los profesores con más experiencia guían a los niños a lo largo de todas las fases de la modelización, mientras que los menos experimentados se centran principalmente en la construcción de los modelos. Los profesores de primaria indican que utilizan modelos y elementos de modelización en una variedad de temas, como la electricidad, el sistema circulatorio, el sistema solar, el sistema digestivo y el cuerpo humano. En ambos niveles, los profesores se enfrentan a dificultades relacionadas con la adecuación a la edad, la falta de tiempo y la escasez de materiales. En **España**, los profesores de primaria rara vez abordan los modelos de forma explícita, y la modelización casi nunca aparece como un enfoque didáctico diferenciado. Las actividades que implican modelos suelen darse de forma indirecta dentro de proyectos más amplios, y el término «modelo» en sí mismo suele estar ausente del discurso en el aula. Los profesores suelen sentirse inseguros a la hora de enseñar ciencias y dependen en gran medida de materiales predefinidos, posicionándose como facilitadores más que como guías en la construcción o revisión de modelos. La falta de confianza, las expectativas curriculares poco claras y la escasa prioridad otorgada a las ciencias contribuyen a que las prácticas de modelización sean poco sólidas. En **los Países Bajos**, los profesores de secundaria describen experiencias diversas en materia de modelización, que incluyen el uso de mapas conceptuales, la modelización computacional y el uso de modelos didácticos. Los profesores también utilizan modelos generales específicos de la disciplina, como el modelo de partículas, en sus clases, integrando la modelización en las lecciones específicas de la asignatura.

3.3 Integración curricular

Los marcos curriculares en todos los contextos reconocen el razonamiento científico, pero el tratamiento explícito de la modelización varía y, a menudo, carece de claridad operativa. En **Alemania**, la modelización está integrada en las normas nacionales, aunque los profesores se basan más en los planes de estudios internos de los centros, que hacen hincapié en los contenidos. En **Chipre**, se hace referencia a la modelización, pero no se especifica lo suficiente, lo que lleva a los profesores a depender de la formación continua y de la iniciativa personal. En **España**, el plan de estudios basado en competencias es abierto pero impreciso, lo que genera incertidumbre entre el profesorado sobre cómo encaja la modelización. En **los Países Bajos**, la modelización aparece en los programas de examen, especialmente en física y química, pero el plan de estudios hace hincapié en *el uso* de modelos más que en *la*

modelización como proceso. El profesorado señala que las expectativas de los exámenes refuerzan la aplicación de modelos establecidos en lugar del desarrollo iterativo de modelos.

3.4 Apoyo y necesidades del profesorado

En todos los países, los docentes expresan una gran necesidad de un apoyo más estructurado, práctico y sostenido para utilizar de forma eficaz el aprendizaje basado en la modelización en las clases de ciencias. En **Alemania**, los agentes educativos destacan la necesidad de una formación profesional sistemática que fije una claridad conceptual sobre qué son los modelos y cómo utilizarlos de forma intencionada. Con frecuencia observan dificultades en el aula cuando se utilizan modelos sin prestar atención explícita a su naturaleza representativa. Los docentes reclaman materiales de alta calidad proporcionados de forma centralizada y alineados con los requisitos curriculares, y expresan su insatisfacción por tener que desarrollar recursos por su cuenta, lo que indica que se necesita apoyo tanto a nivel de aula como a nivel del sistema educativo. En **Chipre**, los docentes de educación infantil y primaria hacen hincapié en la necesidad de una formación profesional específica que aclare qué es la modelización y cómo puede aplicarse en todos los cursos. También solicitan repositorios de materiales probados y contrastados —planes de clase, indicaciones, simulaciones y ejemplos prácticos—, ya que desarrollar dichos recursos de forma independiente requiere mucho tiempo. Los docentes destacan las limitaciones materiales y estructurales, entre ellas el espacio limitado, la falta de laboratorios, el equipamiento insuficiente y la presión de tiempo que restringe las oportunidades para la investigación, el debate y la revisión de los modelos. Los agentes educativos subrayan igualmente que a los docentes les resultarían útiles ejemplos más concretos de aplicación. Los profesores de educación infantil hacen hincapié, además, en la necesidad de una orientación práctica y centrada en el centro educativo, estructuras de clase claras y materiales fiables, señalando que, en la actualidad, la modelización depende en gran medida de la iniciativa personal más que de un apoyo sistemático. En **España**, los profesores y los agentes educativos coinciden en que se requiere un apoyo sustancial. Los profesores señalan que tienen poca confianza y un conocimiento insuficiente de los contenidos científicos, lo que les lleva a depender en gran medida de los libros de texto. Solicitan progresiones de aprendizaje claras, bancos de recursos concretos, ejemplos de diálogos en el aula y oportunidades para observar buenas prácticas docentes. Los agentes educativos hacen hincapié en la necesidad de alejarse de la enseñanza basada en el vocabulario y señalan que la modelización suele percibirse como algo abstracto y contrario a la intuición, lo que hace que la formación profesional sea esencial. En **los Países Bajos**, los profesores y los agentes educativos identifican la necesidad de contar con herramientas didácticas sólidas, preguntas de examen ejemplares y una integración más clara del aprendizaje basado en la modelización (MbL) en los libros de texto y las tareas. Valoran las comunidades de aprendizaje activas y reclaman progresiones de aprendizaje continuas a lo largo de la educación secundaria, de modo que la modelización se recupere de forma sistemática en lugar de esporádica. La formación del profesorado —especialmente en modelización computacional— se considera esencial para desarrollar la afinidad técnica y la

alfabetización científica. Los agentes educativos también destacan la importancia de sensibilizar a profesores y alumnos sobre el papel de la modelización en las asignaturas STEM.

4 Conclusiones

En Alemania, España, Chipre y los Países Bajos, el estudio revela un reconocimiento compartido del valor educativo de **los modelos, la modelización y el MBL**, pero también una variación sustancial en la forma en que estas prácticas se entienden, se llevan a la práctica y se apoyan. Los docentes y los agentes educativos describen sistemáticamente los modelos como herramientas esenciales para explicar fenómenos complejos o invisibles; sin embargo, sus interpretaciones de la modelización difieren: los docentes suelen hacer hincapié en la construcción o el uso de modelos, mientras que los agentes educativos conciben la modelización como una práctica científica iterativa que implica probar, revisar y criticar los modelos.

Las prácticas en el aula varían ampliamente. En Alemania, los profesores utilizan y analizan modelos con regularidad, aunque la revisión sistemática es menos habitual. En Chipre, tanto los profesores de primaria como los de educación infantil utilizan modelos en numerosas materias, pero el grado de implicación depende en gran medida de la experiencia del profesor y de los recursos disponibles. En España, la modelización rara vez es explícita, suele integrarse de forma indirecta en proyectos más amplios y se ve limitada por la escasa confianza de los profesores y su dependencia de los libros de texto. En los Países Bajos, la modelización se presenta de diversas formas, pero está muy condicionada por las limitaciones de tiempo y las expectativas de los exámenes.

La integración en el plan de estudios es desigual. Alemania incluye la modelización en los estándares nacionales, pero los profesores entrevistados se basan más en los planes de estudios internos de cada centro. En Chipre, la modelización ocupa un lugar importante en el plan de estudios, pero las orientaciones siguen sin ser lo suficientemente específicas, lo que lleva a los docentes a depender de la formación continua y de la iniciativa personal. El plan de estudios de España es flexible pero demasiado abierto, lo que genera incertidumbre entre los docentes sobre cómo aplicar la modelización. En los Países Bajos, la modelización aparece en el plan de estudios, pero los docentes señalan que la falta de urgencia —debido en parte a que no se le da gran importancia en los exámenes— hace que muchos no lo integren en su enseñanza.

En todos los países, los docentes expresan una gran necesidad de apoyo estructurado, práctico y sostenido. Solicitan fundamentos conceptuales más claros, materiales de alta calidad, tiempo y estructuras colaborativas. Se hace hincapié de forma generalizada en la formación continua, especialmente en aquella que combina la comprensión teórica con ejemplos prácticos en el aula. Los profesores también destacan las limitaciones sistémicas — tiempo limitado, materiales insuficientes y expectativas curriculares poco claras— que obstaculizan la modelización como práctica científica iterativa. Estas necesidades comunes

ponen de manifiesto la importancia de coordinar los esfuerzos en materia de desarrollo profesional, diseño curricular y elaboración de recursos para reforzar la enseñanza de las ciencias basada en la modelización en toda Europa.

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the National Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

This work is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

