

INFORME NACIONAL DE EMPOWER SOBRE EL USO DEL APRENDIZAJE BASADO EN LA MODELIZACIÓN EN LOS PLANES DE ESTUDIOS – CATALUÑA (ESPAÑA)

2026



Empowering Teachers for Science Learning
Through Modelling-Based Approaches

Proyecto Erasmus+ EMPOWER

**CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DOCENTE PARA LA
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS MEDIANTE ENFOQUES
BASADOS EN LA MODELIZACIÓN**

Víctor López-Simó, Èlia Tena-Gallego, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

Contenido

.....	1
1 Introducción.....	2
2 Metodología.....	2
3 Antecedentes.....	2
4 Resultados.....	3
4.1 Estrategias para el uso del MbL.....	5
4.2 Definiciones de la competencia en modelización.....	5
4.3 Importancia de los modelos en las ciencias naturales.....	5
4.4 Tipos de modelos.....	6
4.5 Contextos de uso de los modelos.....	6
4.6 Prácticas de modelización.....	7
4.7 Conocimientos de metamodelización.....	7
4. Referencias	8

1 Introducción

Este informe examina cómo se representa el aprendizaje basado en la modelización (MbL, por sus siglas en inglés, de “Modelling-based learning”) en el currículo de educación primaria catalán, como parte del proyecto EMPOWER. El currículo catalán (Departament d’Educació, 2022) constituye una de las implementaciones regionales de las directrices curriculares generales establecidas a nivel nacional en España (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022), debido a su sistema educativo descentralizado. El informe analiza las referencias a los modelos y a la modelización en el currículo con el fin de identificar cómo se representa la modelización y el papel que desempeña dentro de la educación científica.

2 Metodología

Este informe se basa en un análisis cualitativo de contenido de los planes de estudios oficiales de «medio ambiente» para la educación primaria, concretamente de los cursos 1.º a 6.º (alumnos de entre 5 y 12 años).

Como primer paso del análisis, se identificaron todas las apariciones del término «modelo» en el plan de estudios catalán de primaria para la asignatura *Medi natural, social i cultural*. Este plan de estudios se presenta en un documento de 25 páginas que se puede consultar en el Departamento de Educación (2022):

<https://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/primaria/curriculum-175-2022/Coneixement-del-Medi-Natural-Social-i-Cultural.pdf>

Sin embargo, no todas las apariciones corresponden a la modelización en el sentido de la modelización científica o el aprendizaje basado en la modelización (MbL), tal y como se define en el marco EMPOWER. El término «modelo» se utiliza en el currículo con múltiples significados, muchos de los cuales no guardan relación con la construcción, el uso, la evaluación o la revisión de representaciones científicas (véase la Tabla 1).

Para garantizar la coherencia con el marco analítico adoptado en este proyecto, cada aparición se examinó minuciosamente en su contexto y se clasificó según su significado. Solo se consideraron relevantes para el análisis del aprendizaje basado en la modelización aquellas referencias que se correspondían con la modelización como práctica científica —en particular, en relación con los procesos de investigación y la representación de fenómenos. Las demás apariciones se excluyeron del análisis, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Significado	¿Dónde	Ejemplo de afirmación en el plan de estudios
-------------	--------	--

	aparece?	
Modelo dentro de un marco IBSE ("Inquiry based science education", enseñanza de las ciencias basada en la indagación).	Cultura científica: Iniciación a la actividad científica	«Selección de técnicas de investigación (observaciones, identificación y clasificación, formulación de preguntas y predicciones, planificación y realización de experimentos e investigaciones, búsqueda de patrones, creación de modelos, búsqueda de información y datos, experimentos con control de variables, comunicación de resultados...) adecuadas a las necesidades de la investigación.»
Modelo referido al artefacto resultante de un proceso de diseño	Competencia 3 (Resolución de problemas)	«Aportar ideas que puedan dar respuesta a un problema o necesidad, según diferentes formas de razonamiento, como el pensamiento de diseño o el pensamiento computacional, compartiéndolas a través de descripciones orales, representaciones y modelos, y establecer de forma cooperativa criterios para evaluar el proyecto y la gestión del trabajo conjunto. »
Modelo como marco socioeconómico o forma normativa de organizar la sociedad	Competencia 5 (Patrimonio) y Competencia 6 (Cuestiones ecosociales)	«Conservación y mejora del patrimonio natural y cultural, considerándolo un bien común, ya que el respeto por la naturaleza comienza con la adopción de un modelo diferente de desarrollo económico».
Modelo que hace referencia a comportamientos ejemplares	Competencia 8 – Género e igualdad	«Demostrar actitudes que promuevan la equidad, la igualdad de género y los comportamientos no sexistas, reconociendo modelos positivos en el entorno inmediato».

Tabla 1. Diferentes usos de la palabra «modelo» en el plan de estudios

El análisis se centró en identificar todas las referencias a modelos y a modelización basándose en la primera de las definiciones de la Tabla 1. Para garantizar la coherencia, se utilizó un esquema de codificación común, desarrollado y acordado dentro del consorcio, para categorizar los casos identificados. Además de los códigos predefinidos, se introdujeron códigos complementarios en la categoría «otros» para recoger los casos que no quedaban plenamente reflejados en el marco inicial. En la Tabla 2 que figura a continuación se presenta un resumen del esquema de codificación y de los casos identificados.

Categoría	Subcategoría
Definiciones de competencia en modelización	Especificado
	No especificado
Importancia de los modelos	Importancia de los modelos en las ciencias naturales
	Importancia de los modelos en el proceso educativo
	Importancia de los modelos en el proceso de modelización en las

	ciencias
	No especificado
Tipos de modelos	Mentales
	Mapa conceptual
	Físicos
	Modelos disponibles en el laboratorio de biología del colegio
	Modelo simple
	Modelo 3D
	Diagramas
	Dibujo
	Otros
	No especificado
Contextos de uso del modelo	
Prácticas de modelización	Creación de modelos
	Uso de modelos/selección de modelos
	Evaluación de modelos
	Revisión de modelos
	Sin especificar
Conocimientos de metamodelización	Conocimiento de las propiedades y funciones de los modelos
	Conocimiento del proceso de modelización
	No especificado
Otros	Importancia del razonamiento basado en la modelización
	Uso de modelos para comprender el concepto de un sistema físico
	Otros
	No especificado
Objetivo del texto	Para el profesor
	Para el alumno
Formas/estrategias de uso de MBL	Modelos ya elaborados
	Modelos ya elaborados por otros estudiantes
	Desarrollar modelos desde cero
	No especificado

Tabla 2. Esquema de codificación utilizado para el análisis de las referencias a la modelización

El esquema de codificación se diseñó para captar la representación multidimensional de la modelización en los textos curriculares mediante un conjunto exhaustivo de categorías y subcategorías interrelacionadas. En un primer momento, el marco identifica (1) las definiciones de la competencia en modelización, distinguiendo entre casos especificados y no especificados. El segundo componente del esquema se refiere a (2) la importancia de los modelos, que clasifica si el texto menciona la importancia de los modelos en las ciencias naturales, el proceso educativo o el proceso de modelización en ciencias, captando así su papel conceptual dentro del currículo. Además, (3) el esquema identifica varios tipos de

modelos, tales como modelos mentales, mapas conceptuales, modelos físicos, modelos 3D, diagramas, dibujos y modelos disponibles en los laboratorios de biología de la escuela, mientras que un cuarto componente registra (4) el área contextual en la que se utilizan los modelos a lo largo de áreas temáticas biológicas como la introducción del texto, los organismos vivos, las células, la reproducción humana, la nutrición, el sistema digestivo, el sistema circulatorio, las pirámides ecológicas y la fisiología humana. Las prácticas de MbL también se examinan mediante (5) la codificación de las acciones que se requieren de los alumnos durante la enseñanza y el aprendizaje mediante modelización —concretamente, la creación, el uso/selección, la evaluación y la revisión de modelos—, mientras que (6) los códigos de conocimiento de metamodelización distinguen entre el conocimiento sobre las propiedades y funciones de los modelos y el conocimiento del proceso de modelización en sí mismo. Se introdujeron categorías complementarias bajo «otros» (7) para recoger casos como el debate sobre la importancia del razonamiento basado en la modelización o el uso de modelos para comprender los sistemas físicos. Por último, el marco registra (8) el objetivo del texto (dirigido al profesor o al alumno) y (9) las formas o estrategias específicas de utilizar el MbL, como el uso de modelos ya elaborados o el desarrollo de modelos desde cero, mientras que codifica de forma sistemática los casos que carecen de información explícita como «no especificado» para mantener la transparencia analítica.

3 Contextualización

El sistema educativo español se organiza en varias etapas que, en conjunto, constituyen lo que se conoce como «educación básica», un periodo obligatorio que abarca desde los 6 hasta los 16 años. Dentro de esta estructura, la «educación primaria» abarca los primeros seis años (de 6 a 12 años), seguidos de la «educación secundaria obligatoria» (de 12 a 16 años). El presente informe se centra exclusivamente en la etapa de la educación primaria, ya que esta corresponde al rango de edades al que se dirige la implementación del proyecto EMPOWER en España.

En la educación primaria, el plan de estudios se organiza en ocho áreas temáticas, siendo «Entorno natural, social y cultural» una de ellas. Esta asignatura integra tres ámbitos disciplinarios: ciencias experimentales, ciencias sociales y tecnología/ingeniería, y suele dedicársele 3 horas semanales en los centros escolares. Esta asignatura integrada proporciona un marco amplio e interdisciplinar que introduce a los alumnos en el mundo natural y social, al tiempo que fomenta progresivamente la investigación científica, las competencias digitales y la alfabetización tecnológica. A efectos del análisis de EMPOWER, nos centramos específicamente en los componentes relacionados con las ciencias experimentales.

Aunque la educación en España está regulada a través de un «plan de estudios nacional básico», las comunidades autónomas desarrollan sus propios planes de estudios dentro de este marco general. En el caso de Cataluña, el plan de estudios de educación primaria se

ajusta a la estructura, los objetivos y las competencias establecidos a nivel nacional, al tiempo que introduce algunos ajustes que afectan principalmente al componente de ciencias sociales (en particular, la geografía y la historia). Es importante destacar que no existen diferencias sustanciales entre la normativa catalana y la nacional en lo que respecta a las ciencias naturales.

La estructura del currículo se articula en torno a dos elementos complementarios: (a) «competencias» y (b) «conocimientos básicos». La competencia define lo que se espera que los alumnos sean capaces de hacer al final de la etapa, mientras que los «conocimientos básicos» representan los conocimientos conceptuales y procedimentales que contribuyen al desarrollo de dichas competencias.

Las diez competencias del currículo de primaria incluyen (1) el uso de recursos digitales, (2) el pensamiento científico, (3) la resolución de problemas, (4) la comprensión de la biología humana, (5) los sistemas naturales y sociales, (6) la acción humana, (7) los cambios naturales y sociales, (8) la diversidad y la igualdad, (9) la participación social, y (10) los valores y la convivencia. De estas, las competencias 2, 3 y 4 son especialmente relevantes para el análisis del Aprendizaje Basado en la Modelización (MbL).

Paralelamente a las competencias, los «conocimientos básicos» se estructuran en tres bloques principales que se corresponden con los ámbitos disciplinarios mencionados anteriormente: (a) cultura científica; (b) tecnología y diseño; (c) sociedad y territorio. Dentro del bloque de «cultura científica», que es el principal ámbito de interés de este informe, el contenido se organiza a su vez en cuatro subdominios: (a) Introducción a la actividad científica (conocimientos procedimentales y epistémicos, incluyendo la observación, la experimentación, la construcción de modelos y la comunicación científica); (b) La vida en la Tierra (es decir, Biología); (c) Materia, fuerzas y energía (es decir, Física y Química); (d) Retos del mundo (que incluyen la geología y la ciencia del clima).

Por último, también es importante señalar que el término «modelización» aparece en otras partes del plan de estudios, en particular en la asignatura de matemáticas, donde se asocia con la modelización matemática para la resolución de problemas. Sin embargo, este uso matemático del término difiere, tanto en su finalidad como en sus fundamentos epistémicos, de la noción de modelización científica que sustenta MbL, por lo que debe considerarse por separado en el análisis.

4 Resultados

El análisis del plan de estudios catalán identificó un total de 14 apariciones del término «modelo», que representaban diferentes significados según el contexto en el que aparecían. La siguiente tabla resume estos significados y su frecuencia de aparición en el plan de estudios.

Significado	Número de veces que aparece
Modelo dentro de un marco IBSE.	2
Modelo que hace referencia al objeto resultante de un proceso de diseño	3
Modelo como marco socioeconómico o forma normativa de organizar la sociedad,	5
Modelo que se refiere a comportamientos ejemplares	6

Tabla 3. Número de veces que aparece el término «modelo» en el plan de estudios según sus diferentes significados.

4.1 Estrategias para el uso del aprendizaje basado en modelos

No se identificaron estrategias explícitas para el uso del aprendizaje basado en la modelización en el plan de estudios de primaria catalán. Las referencias analizadas no especifican si se espera que los alumnos trabajen con modelos ya elaborados, modelos desarrollados por otros o modelos contruidos desde cero. Como resultado, todos los casos se codificaron como «no especificados». Esto sugiere que el plan de estudios no ofrece una orientación explícita sobre cómo deben implementarse las actividades de modelización en la práctica docente.

4.2 Definiciones de la competencia de modelización

No se identificaron referencias a definiciones de la competencia de modelización en el currículo analizado. Ninguna de las dos instancias describe explícitamente la modelización como una competencia ni esboza los conocimientos y habilidades asociados a la modelización. Por lo tanto, estas se codificaron como «no especificadas». Esto indica que la modelización no se conceptualiza explícitamente como una competencia distinta dentro del currículo.

4.3 Importancia de los modelos en las ciencias naturales

No se identificaron referencias que abordaran explícitamente la importancia de los modelos en las ciencias naturales, en el proceso educativo o dentro del propio proceso de modelización. Por lo tanto, todas las instancias se codificaron como «no especificadas». Esto sugiere que el plan de estudios no articula explícitamente el papel de los modelos como herramientas epistémicas para comprender, explicar o predecir fenómenos científicos.

Sin embargo, esta ausencia puede interpretarse además en relación con la forma en que se enmarca la actividad científica en el plan de estudios. Se tiende a poner el énfasis en «descubrir el mundo» a través de la observación y la experimentación, más que en «interpretar el mundo» utilizando herramientas conceptuales. Mientras que el

descubrimiento da prioridad a la interacción directa con fenómenos observables, la interpretación requiere representaciones —como los modelos— que permitan a los estudiantes dar cuenta de mecanismos no observables, formular explicaciones y establecer relaciones causales. En este sentido, el plan de estudios se ajusta más a una visión procedimental de la ciencia que a una perspectiva basada en la modelización. Aunque la noción de *modelo* no se desarrolla explícitamente, términos relacionados como «visión» (p. ej., una visión de cómo funcionan los sistemas) aparecen ocasionalmente y pueden funcionar como formas implícitas de modelización. No obstante, este potencial sigue sin articularse, lo que limita la visibilidad y el papel epistémico de la modelización en el plan de estudios.

4.4 Tipos de modelos

No se identificaron tipos específicos de modelos en las referencias analizadas. Ninguno de los casos se refiere explícitamente a modelos físicos, conceptuales, digitales, diagramáticos u otros tipos de modelos. En consecuencia, las dos referencias se codificaron como «*no especificadas*». Esto indica que el plan de estudios no ofrece indicaciones explícitas sobre la naturaleza o la diversidad de los modelos con los que se espera que los alumnos trabajen.

Sin embargo, el plan de estudios sí incluye referencias explícitas a ideas científicas fundamentales que se corresponden con modelos escolares bien establecidos, especialmente en diferentes áreas de contenido. Por ejemplo, en el bloque de biología, el estudio de los ciclos de la materia y el flujo de energía en los ecosistemas, incluidas las relaciones entre productores, consumidores y descomponedores, se presenta como un objetivo de aprendizaje clave. Estas descripciones se ajustan a modelos ecológicos ampliamente reconocidos que se utilizan en la enseñanza de las ciencias. No obstante, estas ideas no se enmarcan explícitamente como modelos, ni se hace visible su naturaleza representativa. Como resultado, aunque el plan de estudios se basa implícitamente en modelos científicos canónicos, no los identifica ni los trata explícitamente como tales.

4.5 Contextos del uso de modelos

Teniendo en cuenta la presencia vaga, implícita y tangencial de los enfoques basados en modelos y en la modelización a lo largo del plan de estudios analizado anteriormente, suponemos que los contextos en los que el MBL puede implementarse de manera significativa se corresponden con las principales ideas científicas o los modelos científicos canónicos de la enseñanza escolar. Según el plan de estudios, estos son:

- El cuerpo humano
- Ecosistemas
- Los seres vivos
- Flotación
- Cambios de la materia

- Producción y consumo de electricidad
- Fuentes de energía
- Fuerzas y máquinas simples
- Luz y sonido
- Aerodinámica
- Ciclo del agua y propiedades
- Atmósfera, geosfera y la Tierra como sistema
- Cambio climático

4.6 Prácticas de modelización

Todas las referencias identificadas a la modelización corresponden a *la creación de modelos*, lo que representa el 100 % de los casos codificados. No se encontraron referencias a otras prácticas de modelización, como el uso, la evaluación o la revisión de modelos. Esto indica que la modelización en el plan de estudios se limita a la construcción de modelos, sin prestar atención explícita a su uso, evaluación o perfeccionamiento como parte de un proceso iterativo.

Sin embargo, algunos elementos de las prácticas de modelización pueden identificarse indirectamente en la forma en que se operacionalizan las competencias científicas a través de criterios de evaluación. Por ejemplo, en los primeros cursos de primaria (1.º y 2.º), se espera que los alumnos comparen los resultados con las predicciones iniciales para formular posibles respuestas a preguntas investigables, mientras que en etapas posteriores (5.º y 6.º), se les exige que analicen e interpreten datos y predicciones para evaluar la coherencia de las explicaciones propuestas. Estos procesos pueden asociarse con el uso y la revisión de modelos, ya que las predicciones suelen basarse en representaciones implícitas de cómo se comportan los sistemas. En este sentido, la predicción puede interpretarse como un caso de *uso de modelos*, mientras que la comparación entre predicciones y resultados introduce elementos de *evaluación y revisión de modelos*. No obstante, estas conexiones siguen siendo implícitas, ya que el plan de estudios no enmarca explícitamente dichas prácticas en términos de modelización.

4.7 Conocimientos de metamodelización

No se identificaron referencias que abordaran el conocimiento de metamodelización, ya sea en términos de comprensión de las propiedades y funciones de los modelos o del conocimiento del proceso de modelización. Las dos instancias se codificaron como «*no especificadas*». Esto sugiere que el plan de estudios no promueve explícitamente la reflexión sobre la naturaleza, la finalidad o las limitaciones de los modelos.

4.8 Objetivo del texto

Todas las referencias identificadas están dirigidas a los alumnos, ya que aparecen en descripciones de actividades de aprendizaje o prácticas esperadas. No se identificó ninguna referencia dirigida específicamente a los profesores. Esto indica que la modelización se presenta como una actividad de los alumnos más que como parte de la orientación pedagógica.

5. Conclusiones

El análisis del plan de estudios de primaria catalán revela una presencia explícita muy limitada de la modelización en el texto del plan de estudios. Solo se identificaron dos referencias a la modelización, ambas asociadas a la creación de modelos en el contexto de la investigación científica, mientras que todas las demás dimensiones de la modelización — como el uso, la evaluación y la revisión de modelos, así como los conocimientos de metamodelización— están ausentes a nivel explícito.

Al mismo tiempo, el término «*modelo*» aparece en el currículo con múltiples significados, la mayoría de los cuales no guardan relación con la modelización científica. Esta polisemia reduce la visibilidad de la modelización como práctica científica específica y dificulta la identificación de una conceptualización coherente de la modelización dentro del marco curricular.

Los resultados también muestran que la actividad científica se enmarca principalmente en términos de procesos de investigación centrados en la observación, la experimentación y el análisis de datos. Dentro de este marco, la modelización no aparece como una práctica diferenciada, sino más bien como una de varias acciones posibles integradas en una dinámica de investigación más amplia. Aunque algunos elementos de la modelización pueden interpretarse como implícitamente presentes —como el uso de predicciones o la construcción de «visiones» explicativas—, estos no se articulan explícitamente en términos de modelos o prácticas de modelización.

En general, esto sugiere que la modelización en el currículo catalán se integra como parte del aprendizaje basado en la investigación, en lugar de desarrollarse como una práctica epistémica distinta. Como resultado, su papel sigue siendo implícito y depende de la interpretación del profesor, en lugar de estar claramente definido y respaldado sistemáticamente como un componente central de la educación científica.

6. Referencias

Departament d'Educació. (2022). *Coneixement del medi natural, social i cultural. Currículum d'educació primària (Decret 175/2022)*.

<https://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/primaria/curriculum-175-2022/Coneixement-del-Medi-Natural-Social-i-Cultural.pdf>

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). *Conocimiento del medio natural, social y cultural*. <https://educagob.educacionfpydeportes.gob.es/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/ed-primaria/areas/conocimiento-medio.html>