

Modelizar en las clases de ciencias

Actividades y recursos útiles para la enseñanza y aprendizaje con modelos



IMPLICACION DE LOS ESTUDIANTES EN PRACTICAS REFLEXIVAS
DE MODELIZACION EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
EDU2017-82518-P



Proyecto de investigación financiado por FEDER/Ministerio
de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de
Investigación (Proyecto EDU2017-82518-P).

Natalia Jiménez-Tenorio, Lourdes Aragón,
María del Mar Aragón-Méndez,
José María Oliva (coords.)

Modelizar en las clases de ciencias

Actividades y recursos útiles
para la enseñanza y aprendizaje
con modelos

Colección Universidad

Título: *Modelizar en las clases de ciencias. Actividades y recursos útiles para la enseñanza y aprendizaje con modelos*

Primera edición: marzo de 2022

© Natalia Jiménez-Tenorio, Lourdes Aragón, María del Mar Aragón-Méndez y José María Oliva (coords.)

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
octaedro@octaedro.com
www.octaedro.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-18819-48-3

Depósito legal: B 6206-2022

Maquetación: Fotocomposición gama, sl
Diseño y producción: Octaedro Editorial

Impresión: Ulzama

Impreso en España - *Printed in Spain*

A nuestro colega y amigo, Jesús Matos Delgado, quien nos dejó antes de que este libro impreso viera la luz. Sus ideas han supuesto para nosotros auténtica fuente de inspiración ante la labor de enseñar y divulgar la ciencia.

Sumario

Introducción	11
NATALIA JIMÉNEZ-TENORIO; LOURDES ARAGÓN; MARÍA DEL MAR ARAGÓN-MÉNDEZ; JOSÉ MARÍA OLIVA	
Capítulo 1. Los modelos y la modelización en la enseñanza de las ciencias	15
JOSÉ MARÍA OLIVA	
Capítulo 2. Actividades y recursos para modelizar en la clase de ciencias	27
JOSÉ MARÍA OLIVA	
Capítulo 3. La masa de la Tierra no varía, ¿o sí? Uso de experimentos mentales en prácticas de modelización	43
JOSÉ MARÍA OLIVA; JUAN JOSÉ VICENTE; FRANCISCO SOTO; JESÚS MATOS	
Capítulo 4. Secuencias de actividades para elaborar modelos simbólicos sobre la constitución de la materia y el cambio químico	55
MARÍA DEL MAR ARAGÓN MÉNDEZ; MARTA GÓMIZ ARAGÓN	
Capítulo 5. Una actividad analógica para la construcción de los conceptos de <i>disipación</i> y <i>degradación</i> de la energía	65
JUAN JOSÉ VICENTE; MARÍA DEL MAR ARAGÓN MÉNDEZ	

Capítulo 6. Actividades de indagación y modelización sobre circuitos de corriente eléctrica con ayuda de un laboratorio virtual	75
ALFONSO PONTES PEDRAJAS	
Capítulo 7. Actividades con experimentos mentales y razonamiento analógico para el estudio de la dinámica del movimiento circular	91
JOSÉ MARÍA OLIVA; JUAN JOSÉ VICENTE; RUBÉN MARÍN BARRIOS; ROSARIO FRANCO MARISCAL	
Capítulo 8. Diez años después... ¿seguimos siendo nosotros?	103
ROCÍO JIMÉNEZ FONTANA; ARANCHA LEÓN MORILLO	
Capítulo 9. ¿Qué tienen en común un ratón, una planta y una vela? Un experimento mental para trabajar la respiración y la fotosíntesis en las plantas.	115
ESTHER GARCÍA-GONZÁLEZ; MARÍA JOSÉ SOUZA PINHO	
Capítulo 10. ¿En qué se parece la ósmosis a una estación de tren? El uso de una analogía en el aula.	127
LOURDES ARAGÓN; BEATRIZ GÓMEZ-CHACÓN	
Capítulo 11. Funciones de los alimentos: su enseñanza a través de una analogía	145
NATALIA JIMÉNEZ-TENORIO; MARÍA ARMARIO BERNAL	
Capítulo 12. Modelización del fenómeno de las mareas a través de una analogía múltiple	159
MARÍA ARMARIO BERNAL; NATALIA JIMÉNEZ-TENORIO; JOSÉ MARÍA OLIVA	
Glosario	171
Referencias bibliográficas	183

Introducción

NATALIA JIMÉNEZ-TENORIO

LOURDES ARAGÓN

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz

MARÍA DEL MAR ARAGÓN-MÉNDEZ

IES Fernando Aguilar Quignon. Cádiz

JOSÉ MARÍA OLIVA

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz

Como todo el mundo sabe, las ciencias están hechas de modelos y gran parte de lo que los estudiantes aprenden en la escuela son los modelos de la ciencia escolar. Por ello, puede chocar que un enfoque de enseñanza de las ciencias pueda estar «basado en modelos» o en «estrategias de modelización», ya que, se supone, tales elementos forman parte de la enseñanza habitual. Sin embargo, la experiencia y los resultados de la investigación nos dicen que la educación científica ha estado durante mucho tiempo alejada del desarrollo y uso de modelos por parte de los estudiantes, al dedicar su espacio principalmente a la memorización de enunciados teóricos (definiciones, principios, leyes, ecuaciones, etc.) y a la resolución de ejercicios y cálculos numéricos, a modo de «problemas tipo». De este modo, la clase de aprendizaje demandado solía adquirirse de un modo descontextualizado y alejados de situaciones reales y de la vida diaria. En el mejor de los casos, recursos como la ciencia recreativa, las prácticas de laboratorio o la enseñanza asistida por ordenador, se utilizaban únicamente con la intención de fomentar la curiosidad y llamar la atención del alumnado, o para ilustrar conocimientos ya aprendidos, pero rara vez se empleaban para implicar a este en la formulación de ideas y explicaciones que dieran sentido a las observaciones y experiencias realizadas.

Este panorama descrito parece que está cambiando, de modo que cada vez aparecen más experiencias didácticas publicadas que tienen en cuenta un aprendizaje más reflexivo desde el punto de vista cualitativo. En este marco, la idea de *modelo* suele entenderse como un término versátil que puede utilizarse tanto como sinónimo de *teoría* como para referirse a los instrumentos o artefactos que emplea el profesor como recurso de apoyo para presentar esas teorías formales de la ciencia: analogías, modelos a escala, maquetas, etc.

En efecto, recientemente se ha empezado a considerar que tanto el pensamiento cotidiano de las personas como la actividad de los científicos se producen de un modo situado, lo cual significa que se realiza con un fin concreto. En particular, describir el mundo mediante el lenguaje (distintos tipos de lenguaje: verbal, icónico, etc.), explicar los hechos y fenómenos conocidos o anticiparnos a esos hechos siendo capaz de hacer predicciones son algunos de los motivos que sirven para ello. Todo esto tiene como objeto nuestra adaptación al entorno, siendo un proceso que se ha ido depurando durante milenios, haciendo posible la evolución humana y, más recientemente durante siglos, el desarrollo científico. Consecuentemente, cabe esperar que un aprendizaje de las ciencias significativo exija también procesos de ese tipo, abriendo así un nuevo espacio para trabajar en el aula, a medio camino entre el aprendizaje de contenidos teóricos abstractos y la observación de hechos y fenómenos. Este espacio es el que ocupan los modelos, como representaciones de la realidad que median entre nuestro conocimiento abstracto y los hechos y experiencias vividas. En este espacio, la actividad del alumno se desarrollaría justamente en el intento de dar sentido al mundo que lo rodea, a través de explicaciones y argumentos, y de aplicar y poner a prueba las ideas desarrolladas.

En este libro el lector encontrará una descripción y fundamentación de los enfoques de enseñanza basados en modelos y en modelización, pero, sobre todo, encontrará pautas e instrumentos para su implementación en el aula. Por ello, el libro va destinado principalmente a profesores de ciencias o a estudiantes que se inician en dicha profesión a través de su formación inicial. Pretende dar a conocer este tipo de planteamiento didáctico y, a la vez, ofrecer recursos e ideas para su implementación en clase.

En este contexto, el capítulo uno ofrece un marco de referencia para entender la naturaleza y los orígenes de este tipo de enfoques. El capítulo dos, por su parte, nos traslada a algunos de los instrumentos y recursos que permiten materializar en el aula los procesos de modelización en ciencias, como analogías, maquetas, simulaciones, etc.

Los cinco capítulos siguientes se centran en propuestas didácticas en torno a temas de física y química. Así, el capítulo tres presenta una propuesta basada en la resolución de un problema cualitativo abierto a través de un experimento mental para tratar la noción de materia y la idea de conservación de la masa de la Tierra como sistema abierto. El capítulo cuatro plantea varias secuencias con el objetivo de desarrollar modelos simbólicos sobre la constitución de la materia y el cambio químico a través del uso de analogías y simulaciones virtuales. Por su parte, el capítulo cinco ilustra una actividad para introducir los conceptos de *degradación* y *disipación* de la energía a través del uso de analogías y el planteamiento de un dilema inicial. El capítulo seis se basa en actividades de indagación y modelización en torno a las características del modelo básico de corriente eléctrica a través del uso de un laboratorio virtual. Y el capítulo siete aporta una microsecuencia de actividades centrada en experimentos mentales y el razonamiento analógico sobre la dinámica del movimiento circular.

Los capítulos ocho y nueve están dedicados a la realización de experimentos mentales en temas de biología. El primero de ellos sobre la genética, y más concretamente, se aborda el ADN y su función; mientras que en el segundo se afronta la respiración vegetal para sentar las bases de la noción de nutrición en este tipo de ser vivo.

En los capítulos diez y once seguimos abordando temas de biología, pero esta vez destinados al uso de la analogía como recurso didáctico. Así, en el capítulo diez se compara el proceso de ósmosis de una célula animal con el vagón de un tren. Mientras tanto, en el capítulo once se opta por una analogía funcional para facilitar la comprensión de las funciones de los alimentos, asemejando estas al proceso de construcción de una casa.

Finalmente, el último capítulo se ha reservado a un tema multidisciplinar, como es la modelización del fenómeno de las mareas, haciendo uso de analogías múltiples.

El libro concluye con un glosario en el que se recopilan los términos más relevantes de cada uno de los capítulos que componen esta obra, además de un listado de referencias bibliográficas que se consideran de especial relevancia y que puedan aportar más información con relación a las distintas propuestas presentadas.

Los trabajos que se resumen en este libro provienen de la realización de un proyecto de investigación denominado «Implicación de los estudiantes en prácticas reflexivas de modelización en la enseñanza de las ciencias», financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, dentro de la convocatoria de 2017 de Proyectos de Excelencia I+D+i (EDU2017-82518-P).

Índice

Introducción	11
Capítulo 1. Los modelos y la modelización en la enseñanza de las ciencias	15
1. Introducción.	15
2. Los modelos y la modelización en la ciencia	15
3. Los modelos y la modelización en los procesos de enseñanza-aprendizaje	19
3.1. La modelización como progresión de modelos	21
3.2. La modelización como práctica científica	21
3.3. La modelización como competencia.	23
3.4. La modelización como uso de recursos para modelizar	24
3.5. La modelización como enfoque didáctico	24
4. A modo de conclusión	26
Capítulo 2. Actividades y recursos para modelizar en la clase de ciencias	27
1. Introducción.	27
2. Analogías	27
3. Modelos materiales	30
4. Experimentos mentales	33
5. Simulaciones y otros recursos digitales	36
6. Qué nos dice la investigación sobre el uso de estos recursos	38
7. A modo de conclusión	41

Capítulo 3. La masa de la Tierra no varía, ¿o sí? Uso de experimentos mentales en prácticas de modelización . . .	43
1. Introducción.	43
2. La actividad planteada	44
3. Implementación de la actividad.	47
3.1. Fase 1: respuesta individual del alumnado	48
3.2. Fase 2: repuesta individual guiada.	50
3.3. Fase 3: trabajo en pequeño grupo	51
3.4. Fase 4: puesta en común en gran grupo	51
3.5. Fase 5: volviendo al trabajo individual a través de la formulación de conclusiones	52
4. Conclusiones	52
Capítulo 4. Secuencias de actividades para elaborar modelos simbólicos sobre la constitución de la materia y el cambio químico	55
1. Introducción.	55
2. Las actividades planteadas	57
3. Implementación de la actividad.	59
3.1. Secuencia 1: representación de la composición de las sustancias	59
3.1.1. Fase 1: actividad analógica	59
3.1.2. Fase 2: aplicación.	61
3.2. Secuencia 2: representación de las reacciones químicas	61
3.2.1. Fase 1: actividad analógica	62
3.2.2. Fase 2: aplicación.	63
4. Conclusiones	64
Capítulo 5. Una actividad analógica para la construcción de los conceptos de <i>disipación</i> y <i>degradación</i> de la energía.	65
1. Introducción.	65
2. La actividad planteada	66
3. Implementación de la actividad.	69
3.1. Fase 1: exploración individual.	70
3.2. Fase 2: actividad analógica	71
3.3. Fase 3: aplicación	73
4. Conclusiones	73

Capítulo 6. Actividades de indagación y modelización sobre circuitos de corriente eléctrica con ayuda de un laboratorio virtual	75
1. Introducción.	75
2. Contexto y desarrollo de la experiencia	76
2.1. Estrategias y recursos educativos	76
2.2. Utilización didáctica del laboratorio virtual durante la experiencia.	78
3. Actividades de enseñanza-aprendizaje con el laboratorio virtual.	79
3.1. Primera secuencia: introducción al estudio de circuitos eléctricos básicos.	80
3.1.1. Actividades de indagación sobre circuitos simples en serie	80
3.1.2. Actividades de indagación con circuitos simples en paralelo.	82
3.1.3. Actividades de indagación en circuitos simples de tipo mixto.	85
3.2. Otras secuencias de actividades: desarrollo de competencias científicas y resolución de problemas con el laboratorio virtual.	86
4. Conclusiones	88
Capítulo 7. Actividades con experimentos mentales y razonamiento analógico para el estudio de la dinámica del movimiento circular.	91
1. Introducción.	91
2. La microsecuencia didáctica.	92
2.1. Primera fase.	93
2.2. Segunda fase	95
3. Implementación de la microsecuencia.	97
3.1. Contexto	97
3.2. Primera fase de la microsecuencia.	98
3.3. Segunda fase de la microsecuencia	100
4. Conclusiones	102
Capítulo 8. Diez años después... ¿seguimos siendo nosotros?	103
1. Introducción.	103
2. La actividad planteada y el problema de investigación	105

3. Implementación de la actividad	108
3.1. Fase 1: respuesta individual del alumnado	108
3.2. Fase 2: respuesta individual guiada	109
3.3. Fase 3: trabajo en pequeño grupo	110
3.4. Fase 4: puesta en común en gran grupo	111
3.5. Fase 5: revisión personal	112
4. Conclusiones	113
Capítulo 9. ¿Qué tienen en común un ratón, una planta y una vela? Un experimento mental para trabajar la respiración y la fotosíntesis en las plantas.	115
1. Introducción.	115
2. Propósitos didácticos y secuencia de actividades	117
3. Implementación de la secuencia	121
4. Breves conclusiones: recomendaciones, limitaciones y ampliación de la propuesta	124
Capítulo 10. ¿En qué se parece la ósmosis a una estación de tren? El uso de una analogía en el aula.	127
1. Introducción.	127
2. La propuesta didáctica: la analogía del vagón y la estación de tren	129
3. Implementación de la analogía	131
3.1. Trabajo individual.	131
3.1.1. Fase 1: introducción del objeto	131
3.1.2. Fase 2: presentación del análogo.	132
3.1.3. Fase 3: identificación de similitudes entre objeto y análogo	133
3.1.4. Fase 4: explicitación diferencias entre análogo y objeto	135
3.1.5. Fase 5: análisis de las limitaciones de la analogía.	136
3.2. Trabajo grupal.	137
3.2.1. Fase 2: presentación del análogo.	137
3.2.2. Fase 3: identificación de similitudes entre objeto y análogo	137
3.2.3. Fase 4: explicitación diferencias entre análogo y objeto	138
3.2.4. Fase 5: análisis de las limitaciones de la analogía.	138

3.3. Sesión en grupo clase	139
3.4. Evaluación final	140
4. Conclusiones	141
Capítulo 11. Funciones de los alimentos: su enseñanza a través de una analogía	145
1. Introducción	145
2. Descripción de la propuesta	146
3. Implementación de la actividad	151
3.1. Momento 1: trabajo individual	152
3.2. Momento 2: trabajo grupal	154
3.3. Momento 3: puesta en común en el grupo clase	155
3.4. Momento 4: pregunta final individual	156
4. Conclusiones	157
Capítulo 12. Modelización del fenómeno de las mareas a través de una analogía múltiple	159
1. Introducción	159
2. Descripción de la propuesta	161
3. Implementación de la actividad	164
3.1. Analogía del imán y el muelle	164
3.2. Analogía del sistema de carritos	166
3.3. Personificación	168
3.4. Diagrama de correspondencia	169
4. Conclusiones	170
Glosario	171
Referencias bibliográficas	183

**Si desea más información
o adquirir el libro
diríjase a:**

www.octaedro.com