

# **7. Indagar las máquinas y artefactos**

**Marta Cruz-Guzmán Alcalá, M<sup>a</sup> Granada Muñoz Franco y  
Antonio García Carmona**

*Universidad de Sevilla.*



## Presentación

Se presentan un total de nueve libros, un capítulo de libro y diez artículos publicados en revistas nacionales e internacionales, todos ellos relacionados con el ámbito de las máquinas y artefactos. La selección se ha efectuado con el objetivo de ofrecer al lector unos referentes bibliográficos que le ayuden en la elaboración de propuestas de enseñanza coherentes con el modelo de aprendizaje basado en la investigación escolar, el cual se instituye como uno de los más idóneos para el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología (autoría compartida, 2007; Harlen, 2013).

En los diversos textos, seleccionados para docentes interesados en el tema de máquinas y artefactos, se siguen distintas líneas comunes; entre ellas: la importancia del diseño tecnológico en la alfabetización científico-tecnológica de la población; la visión de la tecnología como disciplina motivadora, por el hecho de que aborda problemas reales relacionados con las máquinas y artefactos, y su papel para facilitar la comprensión de conceptos matemáticos y científicos, dada su estrecha relación con la ciencia. Al hilo de este último aspecto, conviene dejar claro que si bien la tecnología es un campo de conocimientos muy relacionado con la ciencia, cuenta con entidad epistemológica propia, la cual supera la visión sesgada de identificar la tecnología con ciencia aplicada. También habría que añadir la prioridad que, en la educación tecnológica, se da al desarrollo de capacidades cognitivas de orden superior en los alumnos; algo que va ligado al desarrollo del pensamiento científico-técnico, y que se ha de proyectar, para ello, con cuidadas actividades que promuevan un aprendizaje significativo.

En la mayoría de los textos se busca comprender el mundo natural y tecnológico en el que vivimos, con vistas a adquirir una serie de habilidades o capacidades útiles para desenvolvern en él. Para ello, diversos autores proponen la utilización del enfoque sistémico y el análisis de las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medioambiente (relaciones CTSA). En este sentido, se exponen propuestas de enseñanza sugerentes, en su contenido y desarrollo, con ilustraciones gráficas de diversos tipos, a fin de favorecer el interés del alumnado por la tecnología, en general, y más particularmente por las máquinas; fundamentalmente, a través del diseño, planificación y ejecución de sencillos proyectos tecnológicos. Así, en varios de los textos seleccionados se ofrecen ejemplos concretos de diseños de experiencias tecnológicas para realizar en el aula, donde se facilita al lector información sobre todos los materiales necesarios, las variables que hay que

tener en cuenta, las conclusiones a las que se puede llegar, etc. En otros casos se muestran propuestas de enseñanza-aprendizaje específicas para determinados temas relacionados con las máquinas y artefactos, describiéndose en ellas las fases de desarrollo que hay que seguir con los alumnos y las estrategias didácticas para llevarlas a cabo. En la mayoría de los textos se ofrece al lector la información científico-didáctica pertinente para orientar convenientemente la implementación en el aula de las propuestas didácticas sugeridas.

### **Para saber más**

**Autoría compartida (2007).** *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas: Directorate-General for Research, Science, Economy and Society. Disponible en: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

**Harlen, Wynne (2013).** *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). Disponible en: <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=21245>

# Libros más representativos

## CÓMO FUNCIONAN LAS COSAS



*Macaulay, David; Ardley, Neil*  
*Muchnik Editores, Barcelona, 1989, 384 pp.*

En este libro son muy destacables las grandes ilustraciones que ejemplifican el texto y amenizan la lectura, apareciendo el "mamut lanudo gigante" como personaje e hilo conductor.

El autor nos muestra cómo funcionan las máquinas, desde el objeto más sencillo hasta el ordenador más sofisticado (el holograma, el avión, el teléfono, los parquímetros, el televisor...). En todos los casos nos desvela las relaciones que existen entre los principios físicos y mecánicos que rigen los distintos inventos. Nos ofrece a todos la oportunidad de comprender mejor la tecnología actual, ya que el autor explica en términos claros y sencillos conceptos sumamente complejos.

La obra está dividida en cuatro secciones. Todas ellas comienzan con una pequeña introducción. En la primera, "La mecánica del movimiento", se muestran los principios y funcionamiento de algunas máquinas mecánicas (el plano inclinado, palancas, cabria, engranajes y poleas, levas y manivelas, poleas, tornillos, ruedas giratorias, muelles y fricción). En la segunda, "Manejo de los elementos", se presentan los principios y funcionamiento de diversos fenómenos, incluyendo medios de transporte, uso de fluidos y suministro de energía (flotación, vuelo, fuerza de la presión, aprovechamiento del calor y energía nuclear). En la tercera parte, "Empleo de

las ondas", se desarrollan los misterios de la luz y el sonido (la luz y las imágenes, la fotografía, la impresión, el sonido y la música y las telecomunicaciones). En la última sección, "Electricidad y automatización", se desarrolla la acción de las fuerzas invisibles caracterizadas por su velocidad y su poder (electricidad, magnetismo, sensores y detectores y ordenadores).

En las últimas páginas se anexan "La invención de las máquinas", en la que se hace un listado con un pequeño resumen de cada máquina; "Términos técnicos", en el que por orden alfabético se explica el significado de términos utilizados en el texto, e "Índice general", en el que aparecen por orden alfabético las distintas máquinas, autores y conceptos utilizados, así como las páginas en las que el lector los puede encontrar.

## DIDÁCTICA DE LA TECNOLOGÍA



*Vázquez, Ángel; Alarcón, Marco Antonio*  
*Síntesis, Madrid, 2010, 208 pp.*

Se trata de un libro útil en la preparación de oposiciones a los cuerpos docentes o para el Máster de Formación del Profesorado. Podríamos dividir la obra en tres partes. En la primera, los dos primeros capítulos, se habla de la historia y sociología de la tecnología, así como de la filosofía de la misma. Se pretende que los graduados, con una formación disciplinar superior, adquieran una visión global y correcta del concepto general de tecnología (su impacto social y la historia de la tecnología). Además, esta formación es crítica, ya que un tecnólogo, especializado en una de las tecnologías por su formación inicial, se debe convertir en profesor de múltiples y diversas tecnologías, como requiere el currículo de Secundaria.

En la segunda parte, capítulos tres, cuatro y cinco, se desarrollan, desde la perspectiva de la Didáctica General y aplicado a la Tecnología, los elementos curriculares que todo profesor debería tener en cuenta al diseñar y desarrollar sus unidades didácticas. Se da una visión resumida, completa y muy asequible para todo profesor novel.

La última parte del libro, capítulo sexto al noveno, es muy práctica y aplicada a la enseñanza de la Tecnología en Educación Secundaria. Se presentan tres casos reales de innovación desarrollados en un mismo centro: control automático por ordenador, *software* de gestión de disciplina y configuración de la red informática del centro accesible al alumnado. Un capítulo entero se dedica a los trabajos prácticos en tecnologías (tipos, espacios, proyectos, resolución de problemas tecnológicos, evaluación y gestión del taller). Tras contextualizar la unidad didáctica en el área de Tecnología, ofrecen diez ejemplos de unidades didácticas completas (equipos informáticos, estructuras, mecanismos, recursos energéticos, etc.).

## **EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO-TÉCNICO EN EDUCACIÓN PRIMARIA**



*De Pro, Antonio (dir.)*

*Ministerio de Educación, Madrid, 2008, 356 pp.*

Resumimos los capítulos de interés para el ámbito de máquinas y artefactos. En el segundo capítulo, Antonio De Pro desarrolla una secuencia de enseñanza centrada en la electricidad y en las máquinas eléctricas. Para ello, tras analizar las competencias, contenidos y criterios de evaluación sobre el tema descritos en la legislación, elabora un mapa conceptual y detalla los contenidos procedimentales y actitudinales que lo acompañan. Pasa a analizar

las concepciones alternativas en general, y sobre la electricidad en particular, para posteriormente proponernos dos secuencias de enseñanzas concretas sobre el tema (secuencia I y II), cada una con varias actividades de enseñanza: de iniciación, de explicitación de ideas y de construcción de conocimientos, como, por ejemplo, reconocimiento de los elementos de un circuito, conexión de los elementos, construcción de un circuito abierto y cerrado, la bombilla de la bicicleta (secuencia I), reconocimiento de un circuito en serie, montaje y experimentación (secuencia II). También desarrolla actividades de aplicación de conocimientos, como construir un comprobador de pulso o un juego de preguntas y respuestas correctas (secuencia I) o "Cómo es un coche con luces" (secuencia II).

Por su parte, José Manuel Domínguez, en el quinto capítulo ("¡Ahorremos energía!"), muestra una amplia secuencia de actividades, tanto de exploración (de intereses de los estudiantes y de sus esquemas previos), como de indagación (los alumnos prueban sus ideas, las mantienen, las desarrollan o las reemplazan) y de aplicación. Están relacionadas con la energía, tipos, sus transformaciones, centrales de transformación de energía en energía eléctrica (centrales hidráulicas, aerogeneradores, fotovoltaicas, de biomasa, térmicas, nucleares), fuentes primarias de energía y combustibles fósiles, consumo de energía, impacto ambiental y ahorro energético.

M.<sup>a</sup> Victoria Valcárcel y Gaspar Sánchez, en el noveno capítulo, nos muestran, dentro del marco del proyecto curricular, los criterios de selección y diseño de actividades, presentando un resumen sobre el estudio de los materiales y sus propiedades, los materiales conductores y aislantes. Definen la actividad de enseñanza como la unidad básica que estructura la práctica docente; en ella concurren los elementos que configuran el proceso de enseñanza-aprendizaje: alumnos, profesor, contenidos, objetivos, métodos, recursos didácticos y temporalización.

## EL PLACER DE ENSEÑAR TECNOLOGÍA



*Actividades de aula para docentes inquietos*

*Marpegán, Carlos María; Mandón, María Josefa; Pintos, Juan Carlos*  
*CEP, Madrid, 2009, 140 pp.*

Este libro propone trabajar la tecnología desde una metodología que lleve al aprendizaje significativo del alumnado, proporcionándole una serie de habilidades útiles para el mundo en el que viven. Para ello las propuestas ponen al alumno en situaciones problemáticas, parecidas a las que puede encontrar en un contexto cercano, afianzándose así las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

Ofrece orientaciones sobre cómo diseñar, desarrollar y evaluar propuestas didácticas eficientes, partiendo de problemas que susciten el interés del alumnado. Se proporcionan una serie de recursos didácticos que pueden emplearse en las diferentes fases de las propuestas y que pueden resultar muy útiles a los docentes.

El texto incluye una serie de secuencias didácticas que se han puesto en práctica en diferentes aulas de Primaria y que es posible aplicar con facilidad. Se proponen pequeñas variaciones en el diseño que ayudan a modificar el grado de complejidad y su adaptación a otros cursos, invitando a otros docentes a enriquecerlas y adaptarlas a su contexto.

Las propuestas que podemos encontrar son las siguientes:

- El levantador de lápices: una secuencia basada en el método de resolución de problemas.
- La producción de alimentos: una forma de acercamiento a la biotecnología.
- Secuencias basadas en el pan nuestro de cada día.
- El jugo de naranja: secuencia basada en el análisis de productos.
- Desde la tecnología en el hogar hacia el campo conceptual de los circuitos.

Dichas propuestas están muy bien detalladas y su lectura es fácil y amena. Además, están ilustradas con producciones de los alumnos e imágenes de los artilugios diseñados por los mismos.

## ENSEÑAR Y APRENDER TECNOLOGÍA



*Propuestas didácticas desde la teoría de sistemas. Proyectos tecnológicos y modelos de comprensión y representación real*

*Barón, Marcelo*

*Novedades Educativas, Buenos Aires, 2004, 159 pp.*

Este libro trata la teoría general de sistema (TGS) y su utilización en la enseñanza de la Tecnología. La perspectiva sistémica ayuda a la comprensión del objeto de estudio elegido y permite establecer con facilidad relaciones CTSA.

Barón estructura el texto en dos partes. En la primera de ellas proporciona una base teórica de la TGS, facilitando a su vez ejemplos y actividades de

aula. En la segunda parte se presentan distintos sistemas tecnológicos que resultan cotidianos en el mundo en que vivimos. Comienza con sistemas estáticos, como las estructuras, y continúa con sistemas fluidicos, mecánicos, sistemas eléctricos y electromagnéticos (en los que se presenta la construcción de un fonógrafo como proyecto integrador), sistemas automáticos controlados y, por último, sistemas que transforman la energía, que incluye la construcción de un calentador solar. Los diferentes proyectos se acompañan de diversas actividades y se sugieren variaciones para su aplicación en el aula.

## INVESTIGANDO LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS



*Criado, Ana María; García-Carmona, Antonio  
Díada, Sevilla, 2011, 159 páginas*

Este libro forma parte del proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Siguiendo los fundamentos de este proyecto, el texto propone una serie de recursos que pueden servir de base a los docentes y futuros docentes para elaborar secuencias de enseñanza basadas en la investigación escolar, en las que se parte de los intereses del alumnado y se seleccionan objetos de estudio que resulten motivadores y relevantes.

Desde la perspectiva sistémica, se incluye una breve descripción del contenido sobre máquinas y artefactos que debe conocer un docente, así como las ideas que suelen tener los alumnos sobre este ámbito. Se propone, además, una hipótesis de progresión de diferentes conceptos relativos a máquinas y artefactos.

El texto añade una serie de experiencias que se pueden hacer con los niños de Primaria y se facilitan las fichas correspondientes, que contienen: el título de la actividad, materiales necesarios, desarrollo y una serie de cuestiones que invitan a la reflexión. En el último capítulo se proponen y desarrollan tres unidades didácticas de carácter investigador: "¿Qué máquinas hay y para qué sirven?", "¿Cómo funciona una cámara oscura?" y "¿Por qué los automóviles son como son?".

## TECNOLOGÍA



*Primer ciclo EGB/Nivel Primario*

*Autoría compartida*

*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Buenos Aires, 2007, 79 pp.*

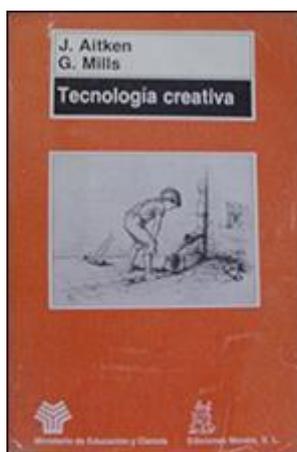
Este libro pertenece a la serie Cuadernos para el Aula. El primer capítulo está destinado a sentar las bases del por qué enseñar Tecnología en la escuela, su relación con otras áreas y cómo debe realizarse su enseñanza. Se destaca la importancia de introducir situaciones problemáticas en el aula, ya que favorece el aprendizaje de los alumnos, llegando a alcanzar un mayor conocimiento del tema objeto de estudio. El resto de los capítulos están destinados al desarrollo amplio de tres propuestas de enseñanza:

- Diseño y construcción de una herramienta.
- Diseño y ensayo de las ideas para copiar figuras.
- Una experiencia de producción, a partir del interrogante: ¿cómo elaborar jugo de naranja?

Los diferentes problemas se contextualizan en una situación que pudiera ser real (por ejemplo, diseñar y construir una herramienta para sacar de un frasco un...). Tras el análisis del objeto de estudio, este es dividido en subproblemas, a los que el alumnado deberá ir dando respuesta para conseguir su objetivo. Se narra el proceso de implementación dando orientaciones. Se pueden encontrar imágenes, esquemas, conversaciones de clase, etc., que enriquecen las propuestas.

Al final de cada propuesta hay un apartado denominado "Consideraciones finales", en el que el docente reflexiona sobre ella, sugiere variaciones, propone otras actividades, etc.

## **TECNOLOGÍA CREATIVA: RECURSOS PARA EL AULA**



*Aitken, John; Mills, George*

*MEC-Morata, Madrid, 2005, 6ª edición, 285 pp.*

Se trata de un libro, de carácter eminentemente práctico, que ofrece a los alumnos una experiencia continua de diversas soluciones tecnológicas auténticas a problemas de la vida real. Los niños desarrollan gradualmente la idea de que hay que progresar hacia la solución óptima de un problema tecnológico.

El libro, que comienza con un ejemplo de cómo puede abordarse un problema en Tecnología, se divide en dos partes. La primera contiene cien problemas seleccionados de iniciación a la Tecnología. Entre ellos, se podrán encontrar los "previamente determinados", donde los materiales y las instrucciones conducen al alumno a la elaboración de un artículo con el

mínimo de obstáculos en su diseño. En el otro extremo del espectro hay problemas "abiertos", donde las soluciones dependen de la inventiva y de la imaginación del niño. Se incluyen tareas de base comercial que plantean innumerables problemas tecnológicos. También hay soluciones que buscan un nuevo problema, es decir, dotan al alumno de técnicas e ideas para resolver problemas posteriores. A la hora de seleccionar los problemas se ha de tener en cuenta que el elegido no depende de la solución de otro problema.

Cada problema tiene: 1. listado de materiales necesarios; 2. notas docentes, sobre posibles dificultades de los alumnos, aspectos que hay que tener en cuenta o resaltar, etc.; 3. "referencias e ideas de iniciación": son los números de los bocetos de la segunda parte (descrita a continuación) que el docente puede ofrecer al alumno, y 4) descripción, que ocupa una hoja entera, con bocetos y explicaciones oportunas (una página por problema, por lo que están fácilmente indexadas, por ejemplo, problema 17 estará en "primera parte 17").

La segunda parte, que tiene su índice de tópicos en la antepenúltima página, consiste en una amplia colección de bocetos e ideas para que sean considerados por los jóvenes, cuando no se les ocurra de inmediato una solución o cuando la que aportan no es óptima. No están concebidos para ser copiados, sino para proporcionar un punto de partida. Pueden utilizarse como actividades de seguimiento, tareas personales de investigación o trabajo para casa.

## TECNOLOGÍA. FINALIDAD EDUCATIVA Y ACERCAMIENTO DIDÁCTICO



*Doval, Luis; Gay, Aquiles*

*Centro Nacional de Educación Tecnológica, Buenos Aires, 2002, 222 pp.*

Este libro pertenece a la serie Educación Tecnológica. Se plantea como un curso a través del cual los docentes, guiados por un personaje de ficción (Docencio, un león que simboliza el conocimiento tecnológico), adquirirán los conocimientos necesarios para enseñar tecnología en el aula.

El texto está dividido en tres partes. En la primera de ellas se define la tecnología y se abordan algunos conceptos fundamentales. En la segunda parte se plantea cómo el docente puede llevar al aula la tecnología, ofreciendo herramientas metodológicas y propuestas didácticas en las que se tienen en cuenta el trabajo colaborativo y las actividades de carácter constructivo. La última parte del texto trata algunas tecnologías específicas: biotecnología, de organización y gestión y medioambiente.

Las diferentes partes contienen una base teórica sobre la que se va reflexionando con referencias al currículo establecido, actividades que ha de realizar el docente durante la lectura del mismo (en las que se ha de enfrentar a situaciones problemáticas) y actividades que el docente puede utilizar en el aula con sus alumnos.

El texto incluye un anexo, en el que se reflexiona sobre diferentes actividades propuestas durante el desarrollo del curso, con el fin de que el lector pueda replantearse alguna de sus respuestas.

## Otros recursos

**Bryan, Robert; Laroder, Aris; Tippins, Deborah; Emaz, Meliza; Fox, Ryan (2008).** "Simple machines in the community", en *Science and Children*, vol. 45, núm. 7, pp. 38-42.

Se explica cómo llevar a cabo una investigación escolar con alumnos de 9 a 11 años. Tras fotografiar las máquinas simples que ven en su entorno rural, se les presentan seis tipos de ellas: palanca, polea, rueda-eje y planos inclinados (cuña, tornillo y escalera), explicándoles cómo se utilizan en la comunidad y cómo funcionan. Para cada una se realiza una pregunta que guíe la investigación durante una experiencia en el aula. En ella se modifican variables que influyen en la distinta fuerza o desplazamiento que se consigue con la máquina. Al final se evalúa el aprendizaje si los alumnos conocen justificadamente la influencia de la variable estudiada. A modo de ejemplo, resumimos la secuencia seguida sobre la palanca. Comentan que en las áreas rurales las utilizan para traer cubos de agua al poblado. Detallan dónde se sitúa el punto de apoyo, la carga y la fuerza, y describen los tres tipos que existen (tipo "balancín", tipo "carretilla" y tipo "caña de pescar"). Y realizan la experiencia "El balancín de la moneda", cuestionándose la influencia de la variable "distancia punto de apoyo-punto donde se ejerce la fuerza". Utilizan una regla de 30 cm (palanca), cinco monedas (carga) y un lápiz (punto de apoyo). Al final de la experiencia hacen preguntas como "¿qué clase de palanca es?" o "basándote en tus datos, ¿cuál sería más fácil de presionar, un brazo de 30 cm o uno de 40 cm?".

**Cajas, Fernando (2002).** "Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, núm. 2, pp. 243-254.

Dentro del movimiento ciencia, tecnología y sociedad (CTS), centrado en los aspectos sociales y humanistas de la ciencia y la tecnología, este artículo relaciona el conocimiento tecnológico y la alfabetización científica. Un caso de transposición didáctica de saberes tecnológicos es que los estudiantes comprendan características del diseño tecnológico, como que no hay diseño perfecto, se sacrifican algunas características para obtener otras, se balancean alternativas, siempre existen restricciones físicas, económicas, políticas, sociales, éticas y estéticas. Adaptarse a un limitante puede provocar conflictos con los demás. Se ha de llegar a un diseño que equilibre los distintos intereses, sabiendo que ninguno puede ser el más seguro, confiable, eficiente, barato,

etc. Por otra parte, el aprendizaje acerca de las propiedades de los materiales en términos de sus funciones es básico para el diseño de artefactos, así como la discusión del papel de las leyes científicas y principios tecnológicos.

La transposición didáctica de conocimientos tecnológicos tiene que vencer el bajo estatus social de las tecnologías en relación con las disciplinas científicas. Conocimientos básicos de ingeniería como el diseño y control de sistemas no han sido trasladados al conocimiento escolar. Debería hacerse con los conocimientos relevantes para todos, como la naturaleza del diseño tecnológico.

**Criado, Ana María; Del Cid, Rosa; García-Carmona,**

**Antonio (2007).** "La cámara oscura en la clase de Ciencias: fundamento y utilidades didácticas", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 4, núm. 1, pp. 123-140.

Se describe extensamente y de manera muy asequible el uso didáctico de una cámara oscura, construida por los alumnos con una gran caja de cartón donde se introduce la cabeza. Los autores detallan cómo podría llevarse a cabo una investigación escolar, exponiéndose todas las fases necesarias y desarrollando control de variables. Así, estudian la influencia del diámetro del diafragma y la profundidad de la cámara (distancia diafragma-pantalla) en la luminosidad, nitidez y tamaño de la imagen proyectada. Incluso con un prototipo más sencillo, se puede estudiar la influencia de la variable "distancia objeto observado-cámara". Los autores previenen sobre las dificultades que pueden surgir al construir y utilizar la cámara y exponen soluciones. En los anexos se resumen los fundamentos físicos de la experiencia, se presentan tablas-ejemplos para resumir las hipótesis, cómo plantear la investigación empírica y cómo comparar los resultados con las hipótesis formuladas. Así mismo, proponen un posible formato de informe de investigación escolar junto con los criterios para evaluarlo.

**Davis, Robert S.; Ginns, Ian S.; McRobbie, Campbell J.**

**(2002).**"Elementary School Students' Understandings of Technology Concepts", en *Journal of Technology Education*, vol. 14, núm. 1, pp. 35-50.

El objetivo de estos autores es encontrar indicadores de aprendizajes relacionados con la "resistencia" de un material y la "estabilidad" al vuelco, así como la progresión en la construcción de los mismos para las edades de 6

a 11 años. Se entrevistaron a 92 alumnos utilizando modelos y fotografías. Con respecto a la resistencia de los materiales, casi todos la asociaban a la maleabilidad y al peso, propiedades más tangibles. La progresión encontrada la clasifican por tipos: 1. Explicaciones inapropiadas (6-7 años), no son capaces de diferenciar entre las propiedades de los distintos materiales, no están seguros de las diferencias, por ejemplo, entre la madera y el plástico; 2. Relacionadas con el artefacto presentado: al mostrarles un puente de madera, se refieren a la ausencia de resistencia de la madera presentada. Algunos asocian la resistencia con su peso; 3. Basadas en las propiedades físicas del material elegido por el estudiante (no relacionadas con el artefacto, generalizan). Justifican la elección del acero por sus propiedades; 4. Indican una comprensión científica aceptable: pocos alumnos expresan cómo las partículas del acero o del cemento pueden afectar a la resistencia de los materiales. Por otra parte, con respecto a la estabilidad, se encuentran también cuatro tipos: explicaciones inapropiadas, fuerte cimentación en la base y uso de tirantes externos e internos.

**Dotger, Sharon (2008).** "Using Simple Machines to Leverage Learning", en *Science and Children*, vol. 45, núm. 7, pp. 22-27.

Se expone una innovadora manera de enseñar los conceptos de energía, trabajo y fuerza a alumnos de 8-9 años utilizando las palancas de primera clase. Tras mostrarle al profesor lo que debe saber acerca del funcionamiento de una palanca, desarrolla la lección siguiendo el esquema: 1. ¿Qué creemos saber? Para mover objetos pesados posiblemente utilizarían utensilios con ruedas. 2. ¿Qué estamos aprendiendo? Se propone construir, con las medidas necesarias, una gran palanca para que los alumnos eleven a la profesora. Durante la experimentación se les puede guiar con preguntas como: "¿cuántos dedos o manos necesitas?". U se obtienen conclusiones, como el empuje depende de nuestro contacto con la palanca y esta facilita la elevación y cambia de sentido la fuerza que se aplica. 3. ¿Cuál es nuestra evidencia? Se pide que justifiquen la certeza de sus conclusiones: utilizar más dedos o manos facilita el empuje, cuando empujo hacia abajo el profesor se eleva... 4. ¿Cuáles son nuestras preocupaciones? Me pregunto qué ocurre si cambio la posición del punto de apoyo, si puedo elevar al profesor una mayor distancia del suelo... Pueden hacer predicciones previas a nuevas experimentaciones. En el proceso de recogida de datos utilizan un medidor de fuerza dual conectado al *software* Logger Lite, de Vernier. Al finalizar pueden aplicar las habilidades desarrolladas en problemas cotidianos.

**García-Carmona, Antonio; Criado, Ana María (2007).** "Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre Ciencia", en *Alambique*, núm. 52, pp. 73-83.

En este artículo se presenta una propuesta didáctica diseñada para cuarto de ESO. Está basada en el aprendizaje por investigación escolar, justificándose esta metodología de trabajo en el aula, lo que puede servir como referente a los maestros que quieran aplicarla, pues se detallan muy bien los objetivos y fases del proyecto. El punto de partida del mismo es el siguiente interrogante: ¿es posible ver objetos situados detrás de un obstáculo opaco? El desarrollo del proyecto se recoge en un esquema que sintetiza todos los pasos seguidos y se muestran imágenes del diseño realizado y el modelo construido por los alumnos. El proyecto culmina con la presentación del mismo en una de las ediciones de la Feria de la Ciencia de la localidad en la que se realiza, lo que enriquece este proyecto desde la perspectiva CTS.

**García-Carmona, Antonio; Criado, Ana María (2009).** "¿Por qué los automóviles son como son? La evolución de un sistema tecnológico", en *Alambique*, núm. 62, pp. 92-106.

Los autores presentan una propuesta de enseñanza de carácter indagador cuya finalidad es el estudio de un sistema tecnológico que evoluciona con el tiempo. Para ello, el objeto de estudio elegido es el automóvil, una máquina que el alumnado conoce y que se presenta ideal para, a partir de él y de sus componentes, establecer las relaciones CTSA necesarias en la alfabetización científica. Se ofrecen las pautas para el diseño de la unidad didáctica y las fases de aplicación de la misma en el aula. La propuesta incluye la trama de contenidos que es posible tratar a partir de este objeto de la vida cotidiana, que será de una gran utilidad al docente. La unidad didáctica que se expone está dirigida a primero de ESO, aunque es fácilmente adaptable a los niveles colindantes.

**García-Carmona, Antonio; Criado, Ana María (2013).** "Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 31, núm. 3, pp. 87-102.

En este trabajo, los autores realizan una propuesta de enseñanza para trabajar la energía en las aulas de Primaria (6-12 años) basándose en el contenido sobre máquinas del currículo oficial. En la literatura revisada sobre

diferentes enfoques de la enseñanza de la energía y las dificultades de los alumnos asociadas a ese aprendizaje, están incluidas una serie de preguntas: ¿qué es la energía?; ¿deberían introducirse diferentes conceptos de energía?; ¿qué concepto debería introducirse: transferencia de energía, transformación de energía, o ambos?; ¿cómo se transfiere la energía?; ¿cuál es la importancia del concepto de degradación de energía? Los autores apuestan por la enseñanza de ambos conceptos de energía, presentándose hipótesis de progresión en tres niveles, para la etapa de Educación Primaria. Se discuten varios conceptos referidos a la energía y a las máquinas. La propuesta se basa en las etapas de Piaget del desarrollo cognitivo, específicamente en la etapa de las operaciones concretas. Los conceptos que se incluyen son: energía (transferencia, transformación, conservación y degradación), fuentes de energía, formas de energía, eficiencia energética, trabajo (mecánico), potencia (mecánica), temperatura, calor, motor, sostenibilidad e impacto ambiental. Le sigue un debate sobre la aplicación del enfoque didáctico que permite a los estudiantes desarrollar su competencia científica.

**Hernández-Abenza, Luis (2006).** "Criterios de secuenciación de contenidos en Educación Primaria: aplicación al caso de 'máquinas y aparatos'", en *Educación Química*, vol. 17, núm. 1, pp. 33-38.

El autor resalta la importancia de realizar una adecuada selección y secuenciación de los contenidos en las propuestas de enseñanza que se realizan, y lo aplica al ámbito de máquinas y aparatos, dentro del currículo de Educación Primaria. Se proponen criterios para la secuenciación del contenido generales y se concretan para el tema "energía, máquinas y recursos energéticos", presentándose tres cuadros donde se recoge la secuenciación de contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales para primer, segundo y tercer ciclos de Primaria. Al final del artículo se incluye una justificación de la secuenciación de contenidos propuesta.

**Lancor, Rachael; Schiebel, Amy (2008).** "Learning Simple Machines Through Cross-Age Collaborations", en *Journal of College Science Teaching*, vol. 37, núm. 5, pp. 30-34.

En este artículo se presenta un proyecto de enseñanza-aprendizaje basado en la colaboración de alumnos de diferentes edades. Se propone a los estudiantes universitarios de Física, sin ningún conocimiento didáctico, realizar una propuesta de enseñanza a alumnos de segundo grado de la escuela elemental (7-8 años). Basándose en que no se sabe si se ha aprendido algo

hasta que no se enseña, se insta a los estudiantes de Física a enseñar a los más pequeños sobre máquinas sencillas. Para ello deben diseñar una sesión de clase de 15 o 20 minutos con actividades y preguntas de debate. El trabajo se lleva a cabo en equipo y con la supervisión del docente, que revisa y propone mejoras. El artículo muestra un cuadro en el que se nombran las máquinas simples que los alumnos universitarios seleccionaron para su exposición junto a las actividades y preguntas propuestas para el debate. Se presenta además la evaluación efectuada a los alumnos universitarios y a los estudiantes de segundo grado, concluyéndose el alto grado de efectividad de la propuesta en el aprendizaje de ambos grupos de alumnos, la motivación y las ganas de seguir desarrollando este tipo de proyectos.

**Libow, Sylvia; Stager, Gary (2013).** "Inventar para aprender: fabricación, cacharreo e ingeniería en el aula de clase",  
en **Sylvia Libow y Gary Stager:** *Invent to learn*. California: Constructing Modern Knowledge Press.

En este capítulo, después de introducirnos en el constructivismo y construcciónismo, los autores nos hablan de la fabricación, el cacharreo y la ingeniería aplicados a la educación. La *fabricación* hace referencia al papel activo que la construcción desempeña en el aprendizaje. Hacer algo es una poderosa expresión del intelecto. La ciencia se construye como indagación, exploración e investigación, más que como respuesta. Así, ante el interrogante ¿cómo podemos medir el tiempo?, se pueden construir relojes de arena o programar cronómetros en un ordenador (este, utilizado como material no como herramienta o como tutor). El *cacharreo* permite a los niños jugar con sus propias ideas, experimentar y asumir riesgos, con lo que fomentamos que confíen en sí mismos. El hecho de reconocer varias respuestas válidas les impulsa a pensar y resolver problemas sin temor. Esta forma de aprendizaje contrasta con la opuesta, en la que solo existe una manera de aproximarse al aprendizaje, de forma lineal. La *ingeniería* consiste en aplicar los principios científicos al diseño, la construcción y la invención. Los ingenieros elaboran objetos que funcionan en el mundo real con restricciones de tiempo, presupuesto y materiales. Si se aprendiera dentro de contextos de ingeniería, se favorecería la comprensión de los conceptos de Ciencias y Matemáticas, ya que se desarrollarían en situaciones naturales significativas.