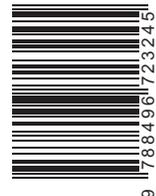


Este libro, como el resto de los que componen el Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12), ofrece a maestros y maestras en activo y en formación, un conjunto de materiales de apoyo para el diseño y puesta en práctica de propuestas didácticas de enfoque investigador. Con un estilo directo, e intentando sintetizar las aportaciones propias y ajenas de la investigación y experimentación didáctica, aborda los aspectos que se consideran necesarios para emprender una enseñanza renovada sobre las máquinas y artefactos en Educación Primaria. El proceso didáctico se plantea desde una perspectiva integrada del currículum, que parte de la investigación de interrogantes incitantes, que surgen de la interacción de los escolares con la realidad socionatural. Se proponen unos problemas generales, emanados de la ciencia escolar deseable respecto a las máquinas y artefactos, y otros más específicos como guía o posibles itinerarios concretos para la búsqueda de respuestas a los primeros. Estos problemas específicos surgen de (o deben ser coherentes con) los intereses y curiosidades más inmediatos de los escolares, en su afán por comprender el mundo; en este caso, en lo concerniente a las máquinas y artefactos. La finalidad es generar ambientes y referentes específicos para la construcción de conocimientos científico-tecnológicos básicos, que provean a los escolares de una adecuada alfabetización científica.

978-84-96723-24-5



DIADA editora

PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)

Ana M. Criado García-Legaz
Antonio García-Carmona

Investigando las máquinas y artefactos

*PROYECTO CURRICULAR
INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)*

Investigando las máquinas y artefactos

Ana M. Criado García-Legaz
Antonio García-Carmona



DÍADA editora

 *materiales
curriculares*

Dirección editorial: Paloma Espejo

Colección: Materiales Curriculares

Nº 7: *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*

Investigando las máquinas y artefactos

© **Autores:** Ana M. Criado García-Legaz y Antonio García-Carmona

© **Directores del Proyecto:** Pedro Cañal de León, Francisco J. Pozuelos Estrada y Gabriel Travé González

© **Díada Editora S.L.**

Urb. Los Pinos, bq. 4, 4ºD

41089 Montequinto. Sevilla

1ª edición: junio, 2011

ISBN: 978-84-96723-24-5

Depósito legal: SE-3326-2011

Diseño de cubierta: Cúbica Multimedia S.L.

Maquetación: Díada Editora

Impreso en España

Reservados todos los derechos. De acuerdo a lo dispuesto en el art. 270 del Código Penal, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reproduzcan o plagien, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización.

A ti mamá, que con tu doble papel de “mater et magistra”, eres, con toda certeza, la única persona que ha leído y revisado, al completo, cada uno de nuestros escritos y publicaciones.

A ti, por tu inestimable ayuda y perseverancia en esa tarea, a la que aún te sigues prestando, sobradamente jubilada de tu cátedra de Filosofía.

Ana

A Pilar y Antonio, por hacer posible mi existencia y por su entrega continuada en hacer de mí una persona de bien.

Antonio

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1. EL PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (INM 6-12) | 11 |
| 2. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ ENSEÑAR SOBRE LAS MÁQUINAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA ? | 15 |
| Máquinas, artefactos y objetivos generales del proyecto | 16 |
| ¿Cómo lograr que los conocimientos sobre las máquinas y artefactos se conecten con los correspondientes a los demás ámbitos de investigación del proyecto? | 20 |
| 3. ¿QUÉ DEBERÍAN SABER LOS MAESTROS SOBRE MÁQUINAS Y ARTEFACTOS PARA ENSE- ÑAR SOBRE ESTOS? | 23 |
| El saber profesional necesario para enseñar sobre las máquinas y artefactos | 23 |
| La perspectiva sistémica sobre las máquinas y artefactos | 25 |
| 4. ¿QUÉ CONOCIMIENTOS INICIALES SUELEN TENER LOS ALUMNOS DE PRIMARIA SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS? | 39 |
| ¿Qué es una máquina y para qué sirve? | 41 |
| ¿Qué tipos de máquinas existen? | 43 |
| ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? | 46 |
| ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia? | 50 |
| ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? | 52 |
| ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? | 52 |
| ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? | 53 |
| 5. ¿QUÉ CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS ES PRIORITARIO Y QUÉ PROBLEMAS INVESTIGAR AL RESPECTO? | 55 |
| Problemas generales sobre las máquinas y artefactos | 56 |
| Problemas específicos y problemas generales | 57 |
| Conocimientos prioritarios en el ámbito de investigación sobre las máquinas y artefactos | 60 |
| Hipótesis de progresión conceptual en la construcción del conocimiento escolar deseable en torno a las máquinas y artefactos | 65 |
| Relaciones conceptuales prioritarias | 80 |
| Conocimientos relativos a procedimientos y actitudes | 86 |

| | |
|---|------------|
| 6. ¿QUÉ EXPERIENCIAS SE PUEDEN REALIZAR EN LA ENSEÑANZA SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS? | 89 |
| ¿Qué caracteriza a las experiencias escolares de perfil investigador? | 89 |
| Experiencia 1. Dibuja detalladamente una máquina..... | 94 |
| Experiencia 2. ¿Qué objetos son máquinas y cuáles no? | 95 |
| Experiencia 3. ¿Cuándo hago más fuerza para sostener el libro?..... | 96 |
| Experiencia 4. ¿Cómo puedo construir una cámara oscura? | 97 |
| Experiencia 5. ¿Qué objetos son palancas? | 99 |
| Experiencia 6. ¿Para qué sirven y cómo funcionan estas máquinas y piezas de máquinas? | 100 |
| Experiencia 7. ¿Cómo es por dentro...? | 101 |
| Experiencia 8. ¿Qué máquinas hay en esta fábrica y para qué sirven? | 102 |
| Experiencia 9. Construyo mi móvil autopropulsado | 103 |
| Experiencia 10. ¿Puedo construir una balanza magnética? | 104 |
| Experiencia 11. ¡Monta elementos de transmisión! | 105 |
| Experiencia 12. ¿Conoces tu bicicleta? | 106 |
| Experiencia 13. ¿Cómo elevar un peso con menor esfuerzo? | 107 |
| Experiencia 14. ¿Cómo ha evolucionado el teléfono móvil en las dos últimas décadas? | 108 |
| Experiencia 15. ¿Cómo se hacían algunas tareas agrarias antes de que existieran las máquinas actuales? | 109 |
| Experiencia 16. ¿Es seguro exponerse a las ondas de móviles y microondas? ¿Podemos construir un “escudo” contra las ondas de los móviles? | 110 |
| Experiencia 17. ¿Qué ventajas tienen los autobuses eléctricos urbanos frente a los de gasoil? | 111 |
| Experiencia 18. ¿Qué puedo hacer funcionar con la energía proporcionada por una célula solar? | 112 |
| 7. PROPUESTA DE UNIDADES DIDÁCTICAS INVESTIGADORAS SOBRE MÁQUINAS Y ARTEFACTOS | 115 |
| Propuesta de unidad didáctica investigadora para primer ciclo de Primaria «¿qué máquinas hay y para qué sirven? | 115 |
| Propuesta de unidad didáctica investigadora para segundo ciclo de Primaria «cómo funciona una cámara oscura» | 125 |
| Propuesta de unidad didáctica investigadora para tercer ciclo de Primaria «¿por qué los automóviles son como son?» | 136 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 151 |

INTRODUCCIÓN

Este libro, como el resto de los que componen el Proyecto Curricular *Investigando Nuestro Mundo (6-12)*, ofrece a maestros y maestras en activo y en formación, un conjunto de materiales de apoyo para el diseño y puesta en práctica de unidades didácticas y actividades de enfoque investigador, en la Educación Primaria. Con un estilo directo, e intentando sintetizar las aportaciones propias y ajenas de la investigación y experimentación didáctica, aborda todos aquellos aspectos que se consideran necesarios para afrontar una enseñanza renovada sobre las máquinas y artefactos, desde una perspectiva integrada del currículum que parta de la investigación de la realidad socionatural del entorno.

Con este propósito, el primer capítulo presenta las características generales de INM (6-12), y el segundo introduce y justifica el ámbito de las máquinas y artefactos como uno de los ocho ámbitos de investigación, que nuestro proyecto contempla en el desarrollo del currículum de Primaria. El tercer capítulo ofrece una perspectiva actual e integrada del conocimiento tecnológico, en la que puede sustentarse la actuación profesional del maestro en esta etapa educativa. El cuarto capítulo expone una síntesis de los principales resultados de investigación sobre las concepciones y obstáculos de los escolares respecto a las máquinas y artefactos; un conocimiento que se hace necesario con vistas a hacer efectivo el requisito de partir y desarrollar la enseñanza trabajando en todo momento con los conocimientos disponibles de éstos, así como atendiendo a las dificultades que surgen en la progresiva y compleja reconstrucción de tales conocimientos.

Ante la realidad de unos currículos excesivamente compilatorios y, por ello, desmesurados, y sin unas prioridades justificadas y bien definidas, el quinto capítulo de este ámbito hace una selección del conocimiento tecnológico deseable en esta etapa, en relación con las máquinas y artefactos. Éste se organiza en torno a un conjunto de problemas generales, que consideramos prioritarios, y que relacionamos con un conjunto de esquemas conceptuales, procedimientos y actitudes. Habida cuenta del perfil investigador de este proyecto curricular, el capítulo analiza la relación existente entre esos problemas generales y los problemas específicos que se plantea el alumnado, como punto de anclaje para el desarrollo de las investigaciones abordadas.

De esta forma, la investigación escolar estaría centrada, en un primer momento, en los aspectos concretos del ámbito que se decida explorar, pasando después, en el desarrollo de las unidades didácticas investigadoras, a poner en marcha procesos de generalización, en torno a las máquinas y artefactos, y también al resto de los ámbitos de investigación que propone INM (6-12).

El enfoque investigador, integrado y contextual de este proyecto curricular nos lleva a reconocer la importancia de apoyar los procesos de construcción del conocimiento escolar en una rica y permanente aproximación a la realidad socio-natural y cultural. Un acercamiento que comienza con las preguntas que se suelen plantear los escolares a partir de su interacción con las máquinas y artefactos de su entorno, lo que da origen a las unidades didácticas que organizan la dinámica de investigación escolar sobre el ámbito. Esta necesaria cercanía a las máquinas próximas se facilita y adquiere toda su potencialidad mediante los talleres de experiencias. El capítulo sexto aborda la naturaleza y función de las experiencias prácticas, de enfoque investigador, que se realizan en estos talleres y ofrece una muestra de ellas, en relación con los problemas tecnológicos generales relativos al ámbito.

En esta misma línea de aportar diseños concretos, que ejemplifiquen y permitan una mejor comprensión e introducción práctica en este Proyecto, el séptimo capítulo expone la estructura básica de tres unidades didácticas investigadoras. En cada una de ellas se pone énfasis en explicar el sentido de las posibles actividades que se sugieren y la lógica global de la dinámica definida por las secuencias. Se trata de unos diseños-tipo que los equipos de maestros podrían emplear como referente para iniciar su andadura en esta línea, realizando la necesaria adaptación de estas propuestas a las necesidades y características específicas del contexto. Se intenta, por tanto, ofrecer unos materiales concretos, que puedan facilitar las tareas de diseño de la enseñanza, sin que sean considerados como materiales acabados y listos para aplicar directamente.

Finalmente, el capítulo octavo propone fuentes de información que conforman un banco de recursos inicial y útil para el diseño de actividades y de unidades didácticas sobre las máquinas y artefactos, y, en general, sobre otros problemas socio-científicos y tecnológicos actuales.

Sólo nos queda esperar que los profesionales a los que va dirigido este libro, y los estudiantes que se están preparando para serlo, encuentren en él un instrumento que les permita afrontar la enseñanza en este ámbito de una manera fundamentada, investigadora y crítica, lo que deberá redundar en un aprendizaje más relevante, significativo y funcional en la compleja sociedad actual.

1. EL PROYECTO CURRICULAR INVESTIGANDO NUESTRO MUNDO (6-12)

Las dificultades que encuentran los equipos de profesores interesados en diseñar sus propias propuestas de clase son múltiples. El diseño del currículum exige afrontar múltiples situaciones problemáticas y tomar decisiones comprometidas en aspectos relacionados, entre otros, con la búsqueda de finalidades educativas compartidas y negociadas, la delimitación del conocimiento escolar relevante para impartir en clase y la formulación de propuestas didácticas alternativas que rompan la rutina escolar y promuevan el interés por conocer, intervenir y, en la medida que puede la escuela, transformar la realidad.

Los obstáculos del profesorado en su tarea cotidiana de diseñar, desarrollar y evaluar el currículum van más allá de la búsqueda de soluciones puntuales y rutinarias que aporta globalmente cualquier libro de texto más o menos novedoso, que, en la mayor parte de los casos, genera espejismos en el aprendizaje de los alumnos y frustración en los propios enseñantes. Los cambios necesarios son más profundos y exigen promover líneas de actuación en diferentes campos interrelacionados: la formación inicial y permanente del profesorado, los materiales curriculares, el perfil del puesto docente (tiempo, espacio, recursos), etc. Se necesita, si se quiere facilitar la autonomía y responsabilidad curricular del profesorado, proponer medidas y plantear proyectos que permitan a profesores y equipos nuevas formas de organizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)¹ pretende apoyar a los profesores en esta tarea docente, aportando un material didáctico amplio y experimentado que pueda servir de ayuda para diseñar, desarrollar y evaluar sus propias propuestas de clase. Esta aportación se centra básicamente en la oferta de propuestas didácticas alternativas e integradoras, dirigidas específicamente al profesorado abierto a las principales líneas de cambio y renovación pedagógica actualmente vigentes. Y, especialmente, al profesorado interesado en la introducción de estrategias de enseñanza por investigación que, pese a ello, encuentra serios obstáculos curriculares para consolidar esta opción metodológica como proyecto de aula, ciclo o centro.

¹ Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005) *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

El Proyecto INM (6-12) propone una nueva forma de organizar la enseñanza a partir de una propuesta integrada de trabajo basada en *Ámbitos de Investigación (AI)*, definidos como organizadores curriculares referidos a subsistemas de la realidad socionatural que potencialmente puedan suscitar interrogantes de interés para el alumnado, promover conocimientos significativos, interrelacionados y funcionales, y permitan desarrollar los objetivos prioritarios del área de conocimiento del medio y de áreas instrumentales relacionadas con el desarrollo de la competencia científica en Primaria.

Los AI permiten determinar y organizar el conocimiento escolar y el conocimiento profesional desde nuevos puntos de vista, no disciplinares. Ello supone una nueva aproximación a los procesos de diseño de la enseñanza y de formación del profesorado.

En cuanto a su aportación a los procesos de desarrollo del currículo, los AI facilitan la conexión entre las propuestas generales que suelen realizar los currículos disciplinares de etapa o de área de conocimiento (que generalmente realizan una formulación del qué enseñar en términos de objetivos y contenidos) y los currículos de aula (que vienen a desarrollar por lo común las editoriales, constituidos como secuencias de lecciones o unidades didácticas concretas). El AI no sólo incluye una propuesta de conocimiento escolar deseable, sino que también concreta y delimita un conjunto de posibles objetos de estudio y unidades didácticas que definirán el currículo de aula y que permitirán el avance de los aprendizajes de acuerdo con la orientación proporcionada por la propuesta de conocimiento escolar deseable que incorpora cada ámbito.

Los AI no se ocupan tan sólo del problema del qué enseñar, sino que también afrontan el de cómo enseñar, o el de cómo intervenir en la formación del profesorado, pero no sólo en el plano metodológico general de las estrategias de enseñanza o de formación, sino también en el de la determinación de los posibles objetos de estudio y en el de los procesos concretos de enseñanza o formación que se quieren implementar en la práctica.

INM (6-12) se compone actualmente de:

– Dos materiales de fundamentación para el desarrollo profesional del profesorado:

1. *Descripción General y Fundamentos.*²
2. *Una Escuela para la Investigación*³

² Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005) *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

³ Jiménez, J.R. (2006) *Un Aula para la Investigación. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

– Ocho ámbitos de investigación:

3. *Investigando las Actividades Económicas*⁴

4. *Investigando las Sociedades Actuales e Históricas*⁵

5. *Investigando los Seres Vivos*⁶

6. *Investigando la Alimentación Humana*⁷

7. *Investigando los Ecosistemas*

8. *Investigando los Asentamientos Humanos*

9. *Investigando las Máquinas y Artefactos*⁸

10. *Investigando la Tierra y el Universo*

La propuesta didáctica que realiza INM (6-12) constituye un entramado de conocimientos imbricado en un proyecto que consideramos atractivo, coherente y riguroso, capaz de realizar una propuesta curricular integrada para la etapa primaria que servirá de base para la contextualización que efectúen los profesores y equipos docentes interesados en diseñar sus propios proyectos de aula, ciclo y colegio.

Este proyecto curricular, que como hemos visto está basado en ámbitos de investigación, pretende ser un instrumento de transformación curricular. Para ello *estructura* los procesos de investigación que se desarrollen a lo largo de una determinada etapa o ciclo educativo superando procesos episódicos; orienta el conocimiento profesional, ya que en cierta forma, los procesos de aprendizaje de los alumnos y de desarrollo profesional de los profesores son paralelos y guardan similitudes; y, por último, facilita los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que permite disponer de estudios multidisciplinares que proporcionan datos precisos sobre, entre otros aspectos, los conocimientos científicos actuales, las concepciones de los alumnos o los problemas a investigar y las posibles unidades didácticas que se pueden abordar en clase.

La utilidad del Proyecto Curricular INM (6-12)) dependerá básicamente de las decisiones que tomen los propios equipos de profesores para determinar su mejor adaptación al contexto en que se implementará, tratando siempre de configurar unos procesos de enseñanza-aprendizaje coherentes con los principios de investigación escolar y de ambientalización del currículo.

⁴ Travé, G. (2006) *Investigando las Actividades Económicas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁵ Estepa, J. (2007) *Investigando las Sociedades Actuales e Históricas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁶ Cañal, P.(2008) *Investigando los Seres Vivos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁷ Pozuelos, F.J., González, A. y Travé, G. (2008) *Investigando la alimentación humana. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁸ Criado, A. y García-Carmona, A. (2011) *Investigando las Máquinas y Artefactos. Proyecto Curricular INM (6-12)* Sevilla, Díada.

2. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ ENSEÑAR SOBRE LAS MÁQUINAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA ?

Hoy día, la tecnología y sus productos impregnan nuestra vida diaria; su presencia es omnipresente en el ámbito del trabajo, el hogar, la educación, la cultura y el ocio. La investigación escolar en torno a las máquinas y artefactos constituye un marco idóneo para que los escolares de Educación Primaria aprendan a desenvolverse adecuadamente en la sociedad y cultura actual con unos conocimientos tecnológicos que sean significativos, integrados y funcionales en su medio cotidiano; y también para contribuir al desarrollo de la capacidad crítica y la autonomía personal necesaria para realizar contribuciones al desarrollo equilibrado y sostenible de nuestro mundo.

Aprender sobre las máquinas y artefactos en la etapa de Educación Primaria, además de su dimensión competencial para el aprendizaje y desarrollo madurativo de los escolares, posee un carácter propedéutico, pues permitirá que éstos se inicien en la educación tecnológica, luego ampliada en la Educación Secundaria Obligatoria, con el estudio elemental del funcionamiento de los mecanismos y operadores más comunes en la vida cotidiana.



Boceto de bicicleta de Leonardo da Vinci (1452-1519)

MÁQUINAS, ARTEFACTOS Y OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO

El desarrollo completo de un proyecto tecnológico en Educación Primaria, por sencillo que pueda ser su planteamiento y adecuación al nivel de los niños y niñas de la etapa requiere el empleo integrado de habilidades tanto intelectuales como manuales; las cuales, en otras situaciones educativas suelen activarse de forma más separada. El ámbito de las máquinas y artefactos contribuye, de forma global, al desarrollo de los objetivos generales del proyecto INM (6-12)¹ (Tabla 2.1).

| Objetivos generales de INM (6-12) |
|--|
| El proyecto se orienta al desarrollo en los escolares de sus: |
| A. Capacidades intelectuales <ol style="list-style-type: none">1. Para comprender la realidad natural y social.2. Para decidir y actuar en forma autónoma, racional y emocionalmente equilibrada.3. Para investigar y resolver problemas.4. Para valorar críticamente, con fundamento e independencia de juicio y criterios. |
| B. Capacidades comunicativas <ol style="list-style-type: none">5. Para comunicarse adecuadamente con otras personas, como fuentes y receptoras de información, tanto en forma verbal como no verbal, llegando a entender lo que dicen, hacen y sienten los demás, y capacitándose para conocer, comunicar y debatir con fundamento ideas y sentimientos, empleando los diversos medios de expresión (oral, escrita, gráfica, gestual, etc.).6. Para interactuar en forma fructífera con otras fuentes de información: libros, documentos fotocopiados, medios informáticos, recursos audiovisuales, aspectos concretos de la propia realidad a conocer, etc. |
| C. Capacidades de cooperación <ol style="list-style-type: none">7. Para colaborar con los compañeros en las tareas y contextos escolares.8. Para cooperar con los demás en los contextos vivenciales cotidianos.9. Para actuar solidariamente. |
| D. Conocimientos básicos sobre nuestro mundo, como sistema de sistemas materiales <ol style="list-style-type: none">10. Para comprender la forma en que los distintos sistemas materiales terrestres dependen unos de otros y se relacionan entre sí.11. Para comprender los problemas y riesgos ambientales que afronta el mundo.12. Para entender y asumir personalmente los principios en que se ha de fundamentar una interacción de la humanidad con el medio orientada hacia la sostenibilidad y para actuar cotidianamente en consecuencia. |

¹ Se desarrollan en el libro: Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005). *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

E. Conocimientos conceptuales válidos (es decir, relevantes, significativos, funcionales, integrados, evolutivos y duraderos) sobre cada uno de los sistemas materiales que INM (6-12) propone investigar, lo que implica:

13. Comprender qué elementos forman parte de cada uno de los sistemas materiales terrestres que incluye nuestra propuesta curricular, qué relaciones mantienen éstos entre sí, qué cambios principales experimenta cada uno de estos sistemas en su evolución y cómo están organizados.
14. Aprender significativamente unas primeras formulaciones básicas sobre los principales conceptos generales organizadores de nuestra propuesta, los de: sistema, componente del sistema, interacción, cambio, organización, materia y energía.
15. Lograr un aprendizaje válido de los principales conceptos y modelos relativos a cada ámbito de investigación.

F. Conocimientos procedimentales generales

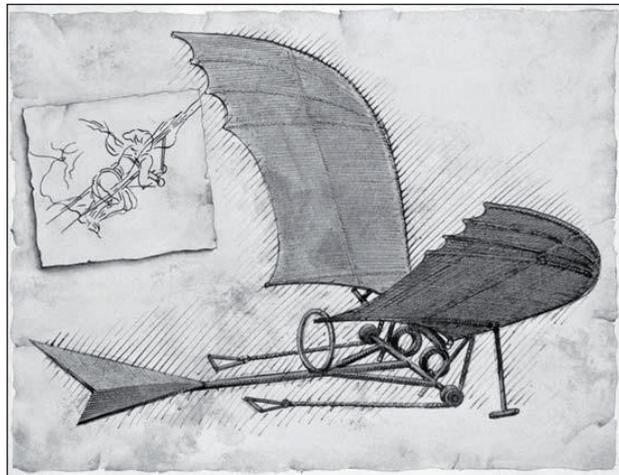
16. Procedimientos de debate y toma de decisiones: dialogar; expresar ideas, sentimientos y experiencias; argumentar, negociar, moderar y decidir.
17. Procedimientos de interacción sensorial-cognitiva con fuentes de información: atender, observar, registrar información, medir, experimentar, recolectar, interrogar, leer reflexivamente y seleccionar información significativa (en libros, revistas, Internet, planos, videos, aspectos de la realidad, etc.).
18. Procedimientos de elaboración / transformación de información y construcción de conocimientos: ordenar, clasificar, resumir, esquematizar, inferir, explicar, inventar, redactar, dramatizar.
19. Procedimientos de reconocimiento y formulación de problemas.
20. Procedimientos de formulación de hipótesis o explicaciones.
21. Procedimientos de planificación de tareas, actividades y proyectos.
22. Procedimientos de evaluación del desarrollo y resultado de tareas, actividades y proyectos: resumir el desarrollo de procesos, analizar causas y consecuencias, valorar, inventar alternativas.

G. Actitudes generales

23. Valoración positiva del conocimiento y la explicación racional de las cosas y procesos materiales en el ámbito natural y social, apreciando esta opción en su justo valor y diferenciándola de otras formas de conocimiento socialmente organizado, también valiosas para sus fines: tradiciones, creencias, saber artesanal, etc.
24. Protección del medio ante posibles impactos negativos, como punto de partida fundamental para una relación de la humanidad con la naturaleza orientada hacia la sostenibilidad.
25. Negociación democrática, diálogo y tolerancia en la resolución de los conflictos personales y sociales y, en consecuencia, rechazo del autoritarismo, el dogmatismo, la violencia y la guerra como formas de interacción y resolución de conflictos.
26. Reconocimiento genérico de la diversidad de países, culturas y personas como valor positivo.
27. Respeto a los derechos humanos de todas las personas, independientemente de su edad, género, nacionalidad u origen étnico.
28. Reconocimiento del valor de la autonomía intelectual y moral en las personas, la creatividad y la innovación, en la resolución de los problemas personales y sociales.
29. Valoración positiva de estilos de vida saludables, orientados a la prevención y promoción de la salud.

Tabla 2.1. Objetivos generales de INM (6-12).

El ámbito de las máquinas y artefactos aglutina, de forma natural, diferentes conocimientos sobre el medio natural, social y cultural, así como del matemático. Se presta a desarrollar la inteligencia y el pensamiento divergente de los escolares de Educación Primaria, a través del diseño, la construcción y manipulación de máquinas y artefactos sencillos. En efecto, la comprensión del funcionamiento, el manejo y la construcción de máquinas y artefactos puede contribuir a ese desarrollo porque los contenidos involucrados dotan de sustancia y significado a ciertas estructuras lógicas y matemáticas que favorecen la iniciación del alumnado al establecimiento de relaciones entre variables, la determinación de relaciones causa–efecto, el reconocimiento de situaciones de multicausalidad, la diferenciación de relaciones funcionales,...



Boceto de máquina de volar de Leonardo da Vinci (1452-1519)

El planteamiento y desarrollo de pequeños proyectos tecnológicos, relacionados con las máquinas, propicia una implicación activa de los escolares en el proceso de aprendizaje. Su realización promueve el desarrollo de la creatividad y de habilidades de resolución de problemas, a través del diseño de tareas específicas y adecuadas a las capacidades de los escolares de la etapa de Primaria. También contribuye a que el alumnado consiga ser más autónomo. En efecto, los errores cometidos y las dificultades, que surgen durante la ejecución del proyecto, requieren que los escolares aprendan a planificar estrategias que les permitan superarlos y, consecuentemente, progresar satisfactoriamente en el mismo. Lo cual favorece, de manera significativa, un aumento de la autoestima de los escolares, así como actitudes de responsabilidad. Por tanto, la importancia educativa de un

proyecto tecnológico, en la etapa de Primaria, estriba, más que en la obtención más o menos exitosa del producto final, en el propio proceso de diseño, planificación y desarrollo.

Cuando se emprende el diseño y la ejecución de un proyecto de artefacto tecnológico en la escuela, se promueve el trabajo (y aprendizaje) cooperativo, y se potencian hábitos de responsabilidad, de negociación, etc. Asimismo, los artefactos y sus diversas representaciones permiten reforzar en los escolares distintas formas de comunicación (competencia comunicativa), que, además, pueden ir derivando en el uso de un lenguaje más próximo al científico-tecnológico.

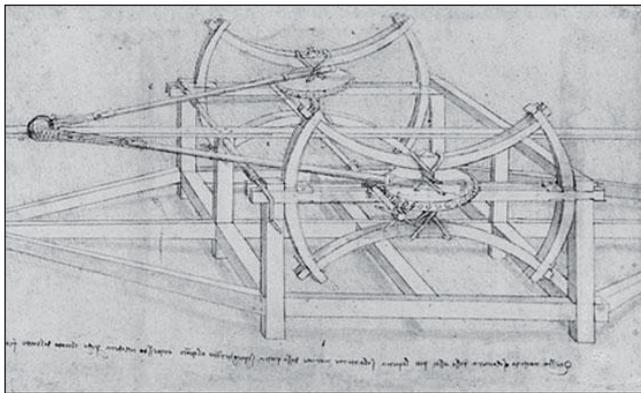
La investigación escolar sobre máquinas y artefactos favorece además en los escolares el desarrollo de una actitud de respeto y entendimiento mutuo. Esto convierte al ámbito en un escenario educativo idóneo para intentar generalizar entre los escolares la idea de que es necesaria una interacción responsable de la humanidad con el medio, en aras de lograr un desarrollo sostenible de nuestro planeta. Y que, para ello, hemos de actuar de forma consecuentemente en nuestra vida diaria.

La indagación sobre el mecanismo y funcionamiento de máquinas y artefactos permite a los escolares de Educación Primaria iniciarse en el conocimiento tecnológico; fundamentalmente, en relación con los conceptos, principios y relaciones básicas, que tienen lugar en tales dispositivos y sobre la naturaleza e historia de la tecnología. Durante la ejecución del proyecto, los alumnos se implican en profundidad en crear y transformar representaciones y modelos de artefactos. Al familiarizarse con el uso de modelos, los escolares pueden evolucionar desde la caracterización más simple hasta niveles más abstractos de los mismos. Esto es, desde el uso de *modelos icónicos* –o maquetas–, que sólo tratan de reproducir, lo más fielmente posible, la imagen física de los artefactos reales que representan, hasta modelos más complejos, que centran la atención en describir la función de los operadores tecnológicos que los componen (*modelos analógicos*)

Los procedimientos, habilidades y destrezas de los escolares tienen un especial desarrollo en el ámbito de las máquinas y artefactos. En efecto, la investigación escolar en torno a dispositivos tecnológicos puede contribuir al desarrollo de cierta sensibilidad y estado de atención hacia el reconocimiento y abordaje de problemas. Ello conlleva la necesidad de inventar soluciones, formular hipótesis o explicaciones, así como diseñar y construir sencillos artefactos. En particular, con la manipulación de dispositivos tecnológicos experimentan progresos las habilidades psicomotrices y motóricas, que comprenden habilidades como la kinestésica (también llamada inteligencia corporal), la táctil y la inteligencia práctica; las cuales están muy relacionadas con la mayor parte de la actividad hu-

mana y resultan esenciales para la supervivencia. Además, están intrínsecamente relacionadas las competencias relativas al diseño y planificación de las tareas de un proyecto, así como las referidas a la evaluación de las mismas.

Además de las actitudes que ya han sido mencionadas, cabe destacar que este ámbito puede contribuir al desarrollo del “compromiso emocional del pensamiento tecnológico”, en el sentido de que los escolares adopten una actitud activa y emprendedora, con vistas a tener iniciativas, asumir retos e implicarse personalmente en abordar la resolución de problemas tecnológicos, perseverando hasta resolverlos.



Boceto de máquina tipo catapulta de Leonardo da Vinci (1452-1519)

¿CÓMO LOGRAR QUE LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS SE CONECTEN CON LOS CORRESPONDIENTES A LOS DEMÁS ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO?

Una opción globalizadora de la propuesta implica establecer conexiones naturales entre los conocimientos sobre las máquinas y artefactos y el resto de ámbitos de INM (6-12). Estas conexiones deben emanar de forma natural, y no forzada, de los posibles vínculos que, desde un punto de vista realista, pueden hacer los escolares de Primaria. Además de las cuestiones que espontáneamente surjan en cada aula, se pueden considerar objetos de estudio centrados en problemas inter-ámbitos similares a los que sugerimos a continuación, a modo de ejemplos.

Problemas en relación con el ámbito de las sociedades humanas²

- ¿Cómo ha influido el desarrollo histórico de herramientas y máquinas en las actividades de la vida cotidiana? ¿Qué cambios se pueden considerar?
- En los cambios enunciados en la cuestión anterior, ¿qué ventajas/inconvenientes se pueden considerar para las personas y su desenvolvimiento en el medio?

Problemas en relación con el ámbito de los asentamientos humanos.

- ¿Qué máquinas son más visibles y comunes en las ciudades? ¿Qué funciones cumplen?
- ¿Qué beneficios y qué perjuicios causan?

Problemas en relación con el ámbito de la alimentación humana³

- ¿Qué herramientas y máquinas empleamos en casa para preparar nuestros alimentos?
- ¿Qué herramientas y máquinas se emplean en la agricultura, la ganadería y la industria alimentaria para preparar nuestros alimentos?
- ¿Qué papel tiene la alimentación en el funcionamiento de nuestro cuerpo? ¿Qué similitud se puede establecer con el funcionamiento de una máquina?

Problemas en relación con el ámbito de los seres vivos⁴

- ¿Qué animales se valen de herramientas rudimentarias para conseguir sus propósitos? ¿Qué herramientas son las que usan esos animales, cómo y para qué las utilizan?
- ¿Existen similitudes entre las funciones de comunidades de animales gregarios, como las hormigas o las abejas, y las funciones de los operadores tecnológicos, que componen una máquina compleja?
- ¿Qué función/s de un ser vivo son similares a las de una máquina?

Problemas en relación con el ámbito de la economía⁵

- Máquinas cotidianas y economía doméstica. ¿Hasta qué punto son una inversión rentable? ¿Qué balance ‘tiempo/gasto económico/prestaciones’ se puede considerar en máquinas de uso cotidiano en una familia?

² Estepa, J. (2007). *Investigando las Sociedades Actuales e Históricas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

³ Pozuelos, F.J. (2008) *Investigando la alimentación humana. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

⁴ Cañal, P. (2008) *Investigando los seres vivos Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada

⁵ Travé, G. (2006). *Investigando las Actividades Económicas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

- Máquinas cotidianas y economía ¿Hasta qué punto son una inversión rentable? ¿Qué balance ‘tiempo/gasto económico/prestaciones’ se puede considerar en máquinas de uso cotidiano en la sociedad?

Problemas en relación con el ámbito de los ecosistemas.

- Hay entornos que se reproducen en museos y parques temáticos. ¿Qué funciones desarrollan las máquinas que intervienen en dicha representación?
- ¿Qué beneficios y perjuicios pueden causar las máquinas que usa el hombre en los ecosistemas?

Problemas en relación con el ámbito de la Tierra y el Universo.

- ¿Qué máquinas se utilizan para la exploración y el conocimiento de la Tierra y el Universo?
- ¿Cómo es la alimentación energética de dichas máquinas?
- La vida de un astronauta dentro de un satélite o una nave. ¿Qué papel tienen las máquinas en ella?
- ¿Qué dificultades presenta el lanzamiento y el aterrizaje de las naves espaciales?

El enfoque globalizador del ámbito, a través del planteamiento y abordaje de preguntas como las anteriores, favorecerá una visión integral y realista de la incidencia de las máquinas en el desarrollo científico-tecnológico, económico, social y cultural de nuestro mundo. Lo cual, además, proveerá a los escolares de un conocimiento útil y práctico, que les ayudará a tomar decisiones responsables ante problemas o situaciones controvertidas, en relación con el uso y/o diseño de determinadas máquinas y artefactos y sus consecuencias.

3. ¿QUÉ DEBERÍAN SABER LOS MAESTROS SOBRE MÁQUINAS Y ARTEFACTOS PARA ENSEÑAR SOBRE ESTOS?

El conocimiento científico-tecnológico actual en torno a las máquinas y artefactos es amplio y complejo. Su enseñanza en Educación Primaria requiere, por tanto, de una adecuada adaptación a las características de la etapa. Por un lado, hay que plantearse qué conocimientos del ámbito resultan más útiles para el desenvolvimiento del profesorado; y, por otro, qué nivel de profundización y adaptación de los mismos es más adecuado en los distintos niveles de la etapa.

El conocimiento científico-tecnológico ha sido abordado tradicionalmente en las escuelas desde una perspectiva esencialmente analítica; esto es, mediante un desglose –a veces forzado– del conocimiento en distintas partes, que luego son estudiadas de forma inconexa y descontextualizada. El proyecto INM (6-12) opta, sin embargo, por una enseñanza global, integradora y contextualizada. Esta visión de la enseñanza implica que el estudio de objetos y fenómenos no debe ser fragmentado, sino abordado con un *enfoque sistémico*. Como veremos después, tal enfoque considera los objetos de estudio en el contexto de *sistemas* con una estructura constituida por *elementos*, que se *organizan* con el fin de desempeñar una determinada función, *interaccionando* entre ellos y con el medio que rodea al sistema, y sufriendo *cambios* o *transformaciones* a consecuencia de dichas interacciones.

El enfoque sistémico, en la medida en que prioriza el establecimiento de conexiones, contribuye al desarrollo de conocimientos significativos y puede contribuir, por ello, a la mejora del conocimiento profesional de los maestros que es necesario para promover una educación científico-tecnológica actual en la Educación Primaria.

EL SABER PROFESIONAL NECESARIO PARA ENSEÑAR SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

El desarrollo científico-tecnológico plantea la necesidad de revisar y renovar el conocimiento profesional docente. Exige que se conjuguen adecuadamente los conocimientos adquiridos en la formación inicial con los que proveen las cien-

cias y las nuevas tendencias educativas, como las propuestas de enseñanza/aprendizaje por investigación que incorpora el proyecto INM (6-12).¹

La investigación escolar define un proceso de enseñanza/aprendizaje protagonizado por el planteamiento de situaciones-problema, más o menos abiertas, que son abordadas mediante estrategias escolares de carácter investigador, planificadas convenientemente por el profesor y los escolares. Esto supone frecuentemente la necesidad de un cambio bastante acentuado en la mentalidad y en las actuaciones docentes, a veces difícil de llevar a cabo, teniendo en cuenta que es poco frecuente que hayamos tenido una vivencia educativa similar en nuestra formación inicial. Consecuentemente, el cambio hacia este modelo educativo debe sustentarse en una fuerte motivación profesional hacia esta opción didáctica y sus presupuestos básicos, que pueden consultarse en Cañal, Pozuelos y Travé (2005).

Desde el ámbito de las máquinas y artefactos, dicha actitud de cambio y renovación pedagógica puede verse animada, básicamente, por el aliciente que supone embarcarse en tareas cuya finalidad y resultados pueden vislumbrarse de manera inmediata. El diseño, construcción o mejora de una máquina o artefacto, para satisfacer necesidades reales, implica poner en marcha un conocimiento práctico, que estará condicionado por todas las dificultades y limitaciones de cualquier proyecto real, por simple que éste pueda ser, pero provisto de una finalidad concreta que suele ser bien asimilada por el alumnado (por ejemplo, arreglar un juguete o desarrollar un invento). Un conocimiento práctico que puede realimentarse del conocimiento científico y tiene un carácter activo y funcional, lo que le proporciona una gran entidad educativa y le hace muy adecuado para la Educación Primaria.

Como es obvio, en todo esto es esencial el papel del maestro. El éxito del proceso educativo vendrá determinado, fundamentalmente, por lo sugerentes que resulten los problemas prácticos que se proponga abordar y por el suministro de ideas y recursos que ayuden a los alumnos a culminar sus proyectos tecnológicos. Para ello, es preciso sin duda que los docentes desarrollemos un saber profesional específico, basado en una adecuada comprensión de aquellos modelos y esquemas básicos, que permiten describir e interpretar las máquinas y artefactos como sistema objeto de estudio.

¹ Jiménez, J.R. (2006). *Un aula para la investigación. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada.

LA PERSPECTIVA SISTÉMICA SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS²

Como adelantábamos, para acercarnos a un conocimiento básico sobre las máquinas y artefactos, desde una perspectiva global y transversal, realizaremos un análisis descriptivo del sistema que puede constituir este ámbito. Como todo sistema, se considerarán los *elementos* que lo forman, las *relaciones e interacciones* que existen entre esos elementos y con el entorno, las formas y niveles de *organización*, así como los *cambios* que pueden darse en dicho sistema (Figura 3.1).

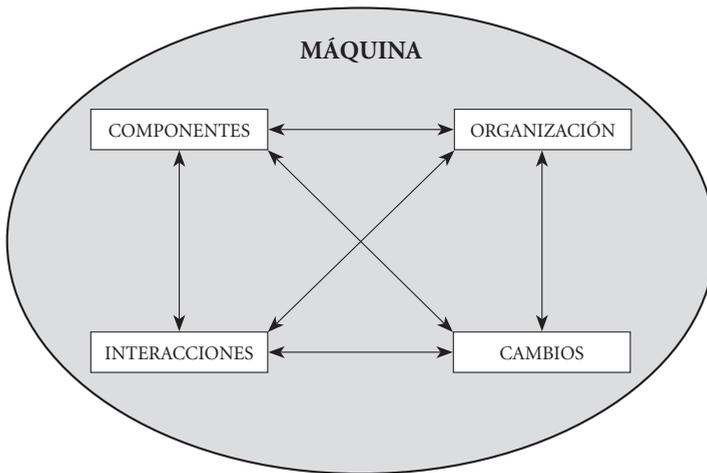


Figura 3.1. Enfoque sistémico para el ámbito de las máquinas.

Niveles de organización en las máquinas

Cuando hablamos de máquinas, podemos aproximarnos a ellas considerando diferentes niveles de organización: el nivel de *máquina simple*³ (formado por un solo operador tecnológico), el nivel de *máquina compleja* (formado por varios operadores interconectados) y el nivel de *sistema de máquinas* (formado por varias máquinas coordinadas). Así, una máquina de coser puede ser contemplada en su conjunto como un sistema con una función concreta: coser. También

² A partir de aquí, hablaremos sólo de máquinas refiriéndonos también a los artefactos. Su omisión se debe exclusivamente a una cuestión de agilización del texto escrito.

³ Nótese que en la figura 3.2 hemos considerado *máquina simple* en oposición a *máquina compleja* con un criterio cotidiano, a fin de facilitar la transición al lenguaje más científico-técnico, que implicaría indicar *operador tecnológico* → *sistema técnico*. Clásicamente, las *máquinas simples* se han circunscrito a los operadores mecánicos formados por sólidos rígidos. Las máquinas simples clásicas son de seis tipos: palancas, poleas, sistema rueda-eje rigidamente unidos, plano inclinado (rampa), tornillo y cuña.

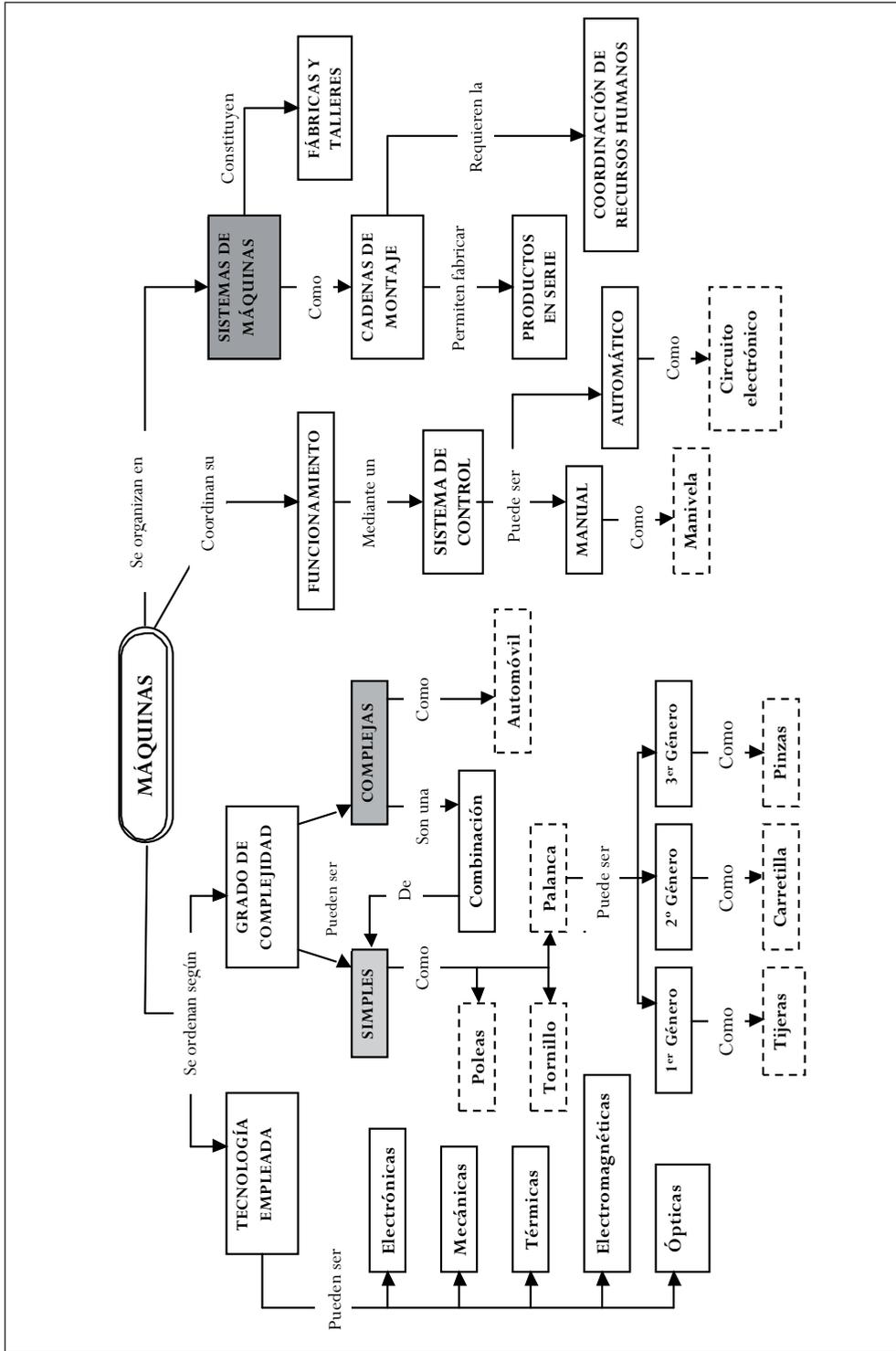


Figura 3.2. Enfoque sistémico de las máquinas según su nivel de organización.

pueden considerarse cuáles son las piezas que la componen (aguja, prensa-telas, tensores del hilo,...); cómo son esas piezas (operadores tecnológicos); qué papel tienen dentro de la máquina, y cómo se coordinan entre sí. Asimismo, la máquina de coser puede ser una más de las que integran el conjunto de máquinas de una fábrica textil, donde unas cortan tejidos, otras los tiñen, los planchan, los transportan, etc. Por tanto, tenemos un primer nivel de organización que contemplaría piezas elementales, que pueden ser máquinas simples como una polea, una palanca, o cualquier otro operador tecnológico. El segundo nivel de organización sería un conjunto de operadores tecnológicos, que funcionan coordinados y regulados para realizar una función específica, dando así lugar a una máquina compleja. Por último, y como tercer nivel de organización, podríamos considerar el de sistema de máquinas o fábricas.

¿Qué nivel de organización puede ser más accesible y adecuado en Educación Primaria? Pues aquel que muestre a las máquinas tal como las conocen los chicos en su vida cotidiana; es decir, el segundo nivel de organización antes considerado. Éste nivel permite una aproximación a las máquinas que permitirá analizar los rasgos más evidentes de su función y uso habituales.

Después, partiendo de dicho nivel, pasaríamos a reconsiderar la mera y tradicional distinción entre máquinas “simples” y “complejas”, aportando una clasificación más científico-tecnológica de las mismas. Así, además de que los chicos aprendan a identificar una polea, una rampa o una palanca, como “máquinas simples”, deberían considerarse otros operadores tecnológicos como interruptores, diodos LED, etc., que utilizan o ven a menudo en su entorno habitual. Es decir, no sólo se debería limitar la cuestión a los operadores mecánicos, sino que aprendiesen también a identificar otros operadores como los térmicos, eléctricos, ópticos, etc. De esta forma, los niños irían ampliando su concepción de máquina.

De los niveles de organización mencionados, se extendería finalmente el conocimiento escolar a los sistemas de máquinas, como las cadenas de montaje y, en general, las fábricas, con lo que ello conlleva de coordinación de recursos tecnológicos, humanos, etc.

En cuanto a la organización y regulación de las máquinas, ¿qué es lo que permite que la máquina mantenga su identidad y funcione? Los procesos desarrollados por la *máquina* se organizan mediante la regulación de las interacciones que tienen lugar en la misma gracias a: la estructura, y más particularmente el chasis, que sostiene cada elemento en su lugar, así como el sistema o sistemas de control, que permiten la coordinación espacio-temporal entre los elementos y entre los diversos pasos en el proceso desarrollado. Así, podemos encontrarnos el caso sencillo de extender o recoger un toldo mediante una manivela (sistema de control manual), conectada al eje donde éste se encuentra enrollado; o el caso

complejo de una lavadora, cuyos “relés” se encargan de accionar la entrada de agua, la bomba de evacuación de ésta y el giro del motor a mayor o menor número de revoluciones.

La regulación del funcionamiento de un solo operador es muy simple: o transmite energía (como en una palanca), o la transforma (como en una bombilla) o la acumula (como ocurre en un muelle). La coordinación en una máquina suele ser compleja, y no digamos en un sistema de máquinas. Por tanto, en Educación Primaria sería conveniente comenzar por estudiar la coordinación secuencial en sistemas de unos pocos operadores, o simultánea, en el caso de tres o cuatro operadores como mucho.

En el nivel de organización de *sistema de máquinas o fábrica*, la organización que regula los procesos desarrollados viene dada por: la dirección de la fábrica, los departamentos de coordinación, los programas informáticos empleados, etc. En este nivel, la organización requiere considerar la coordinación de recursos y la evaluación de muy diferentes factores (calidad, economía, impacto ambiental, etc.). En Educación Primaria se puede aprender la relevancia y las ventajas de la organización abordando proyectos tecnológicos, como puede ser la construcción de artefactos sencillos, que requieran todas las fases de planificación, así como la evaluación del dispositivo.

En la figura 3.2 se muestra un esquema de este enfoque sistémico para las máquinas, en cuanto a sus niveles de organización y su regulación.

Componentes del sistema “máquina”: unidad y diversidad

Aun cuando existe una gran diversidad de máquinas, todas ellas tienen características comunes. La más representativa y universal es que son dispositivos que facilitan (de diferentes maneras) el trabajo o actividad que deseamos realizar; por ejemplo, ahorrando tiempo en la ejecución de la tarea. Esta unidad y diversidad se manifestará en los niveles de organización que antes hemos considerado: el nivel de operador tecnológico, el nivel de máquina compleja y el nivel de sistemas de máquinas o fábricas (Figura 3.3).

En el nivel de *operador tecnológico*, encontramos operadores de muy diferente naturaleza; desde una rueda dentada como el plato de la bicicleta, hasta un diodo LED de los que nos indican que el aparato eléctrico/electrónico que lo contiene recibe señal. Entre ellos, hay grandes diferencias de tamaño, de peso y en los materiales que los componen. También son diferentes los papeles específicos que juegan. Así, la rueda dentada tiene como finalidad transmitir movimiento, fuerzas, energía; el diodo LED, emitir luz de un determinado color, al paso de una tenue corriente eléctrica. Sin embargo, comparten la característica común de ser

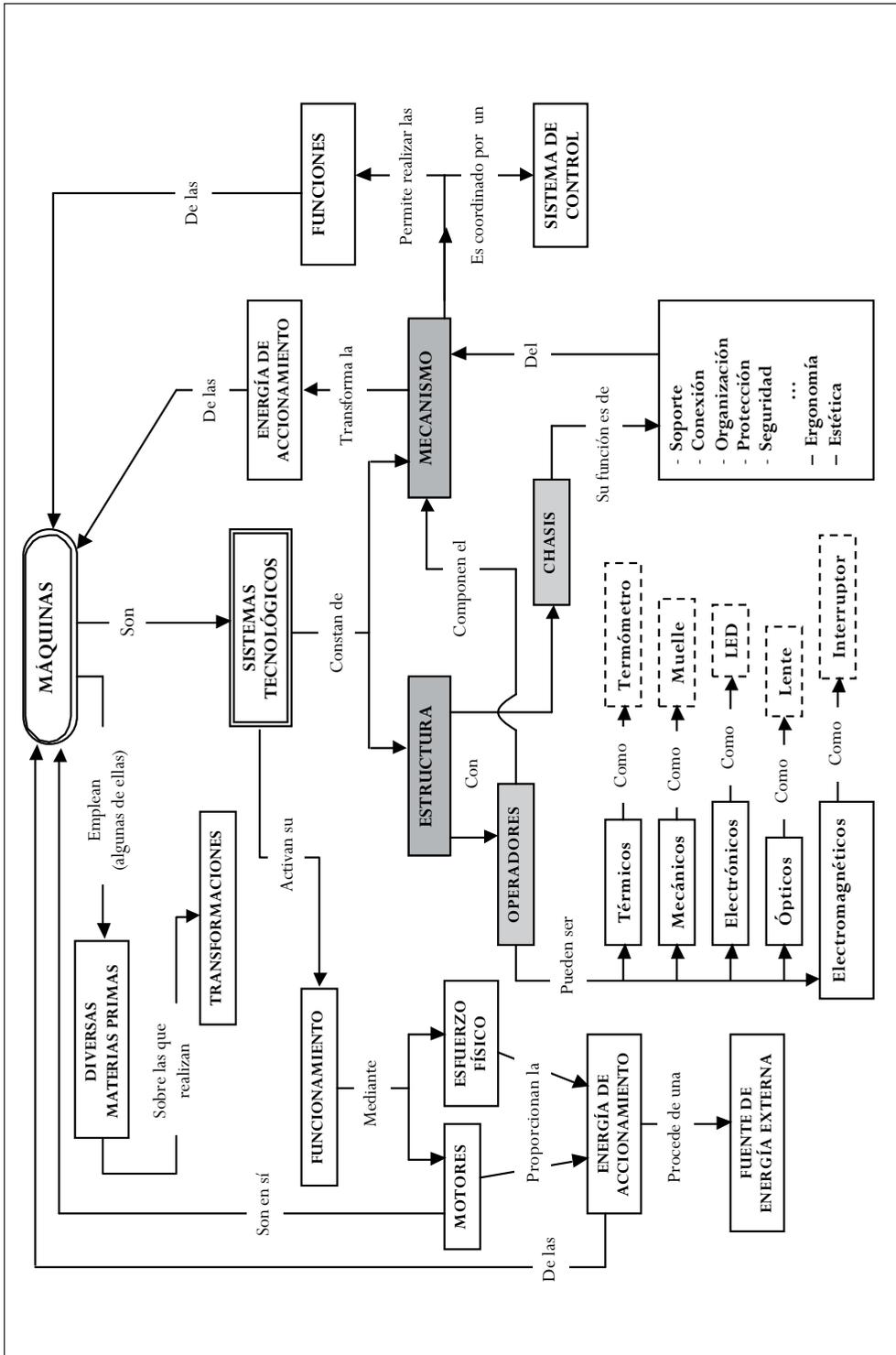


Figura 3.3. Enfoque sistémico de las máquinas desde la perspectiva de sus componentes.

las piezas elementales, con una función específica dentro de un sistema técnico, que, coordinadas con otros operadores, posibilitan que la máquina compleja realice su cometido.

Asimismo, en todo operador tecnológico podemos realizar un análisis de la energía puesta en juego, identificar qué ente físico la aporta y qué tipo de energía es. Podemos analizar, también, si esa energía es o no transformada en otro tipo de energía; si el operador facilita la tarea porque permite un aporte energético instantáneo menor, aunque se amplíe el tiempo de ejecución de la misma (como ocurre en las rampas); o bien, si la función del operador consiste en cualquier otro cambio.

Gran parte de los operadores tecnológicos son comunes en muy diversas máquinas. Por ejemplo, en las máquinas con motor eléctrico (cochecito eléctrico, lavadora, secador, maquinilla de afeitar,...) es frecuente encontrar dos poleas de diámetros diferentes y una correa de transmisión (una reductora). En los vehículos siempre hay engranajes; entre las herramientas existen muchas palancas, etc. En las máquinas eléctricas siempre hay cables conductores, piezas aislantes, interruptores, etc.

En Educación Primaria podemos llamar la atención de los escolares sobre las máquinas simples y operadores que existen de forma palpable en su vida cotidiana: operadores mecánicos (como la polea de la persiana que, sencillamente, cambia el sentido de la fuerza que hacemos), termómetros (como los que nos permite comprobar si tenemos fiebre, o el que tiene un horno de cocina), dispositivos coordinados con éstos para desactivar o avisar cuando se alcance una determinada temperatura, etc. Será interesante que identifiquen y conozcan un número prudente de operadores comunes en diferentes máquinas y artefactos. Por ejemplo, si pensásemos en que aprendan las características de las palancas, se les presentarían dos como pares antagónicos. La palanca de primer género (como la pareja de palancas que componen unas tijeras o unos alicates) donde se multiplica la fuerza que hacemos (conservándose el producto “*fuerza x desplazamiento*”), y la palanca de tercer género (como el brazo humano o una pala), donde la fuerza que hacemos es mayor que la carga que soporta la palanca, pero a cambio ganamos en movilidad, maniobrabilidad y/o precisión (como ocurre con unas pinzas).

En los niveles superiores de la etapa, pueden realizarse algunos análisis y balances cualitativos de tipos de energía de manifestación más visible, como la cinética, la térmica, etc. Mientras que en los niveles más elementales se identificarán otras variables más perceptibles (número de revoluciones por unidad de tiempo, fuerza a realizar, distancia recorrida,...) y los cambios que las afectan.

En el nivel de *máquina compleja*, encontraremos que su estructura consiste en un conjunto de operadores insertados en un chasis, que no sólo sirve de soporte, sino también como medio de conexión entre ellos, teniendo además otras fun-

ciones (ergonómica, de protección, etc.). Pero diferentes máquinas estarán compuestas de muy diversos tipos de operadores, y sus chasis también; pensemos, por ejemplo, en el cuadro de una bicicleta, o en el chasis que alberga el motor de un coche de juguete.

El análisis y balance de la energía en las máquinas complejas sería similar al de las máquinas simples. Es decir, considerando qué tipo de energía acciona su funcionamiento, qué fuente de energía la genera y qué energía proporciona la máquina; sin olvidar que durante el proceso hay una energía disipada (también denominada energía degradada) sin posibilidad de ser utilizada.

En Educación Primaria, lo ideal sería iniciar una vía que lleve, en el último ciclo, a identificar en una máquina algo más que lo meramente perceptible desde el exterior (como, por ejemplo, “los botones”). Se trataría de que el alumnado entienda que para que la máquina funcione necesita un aporte energético (de ahí que haya que “enchufarla”); y que para poder hacer la tarea o función, para la que ha sido diseñada, necesita de una estructura y mecanismo. En este sentido, sería interesante que lleguen a identificar algunos operadores comunes en máquinas de uso cotidiano, como hemos dicho antes, e incluso construirlos. Por ejemplo, si los chicos comprenden los aspectos funcionales de una articulación como la del codo (palanca de tercer género), pueden construir un *modelo de codo*. Su construcción consistiría, básicamente, en montar un sencillo artefacto que posea el punto de apoyo en el lugar adecuado entre la fuerza motora y la carga (Figura 3.4), relegando a un segundo plano los aspectos morfológicos (modelo icónico) de la forma del brazo.

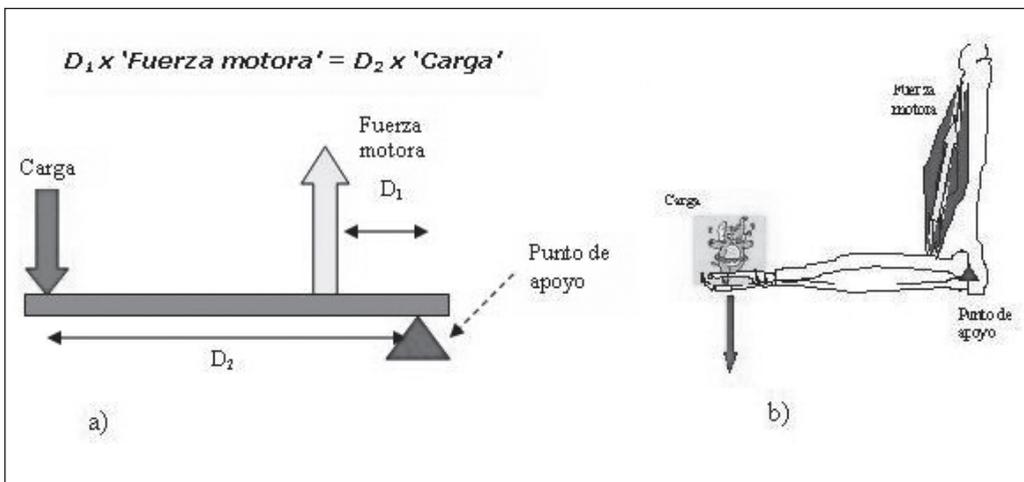


Figura 3.4. a) Esquema genérico de una palanca de tercer género. b) Descripción de la acción de un brazo como palanca de tercer género.

En el nivel de *sistemas de máquinas o fábricas*, se trataría de identificar algunos de los elementos más conocidos y comunes dentro de la diversidad de fábricas (por ejemplo, las cintas transportadoras), y tener en cuenta otros, que pueden ser menos evidentes para los chicos de estas edades, pero que son fundamentales; como es el factor humano.

En Educación Primaria, la programación de visitas escolares a fábricas puede ser un buen modo de abordar la identificación de sus elementos básicos.

Interacciones

De todas las relaciones que puede haber entre los componentes de una máquina mientras funciona, hay una, de la que ya venimos hablando, y que es esencial: la relación que existe entre la energía necesaria para hacer funcionar la máquina (aporte energético de entrada) y la porción de ésta, que es capaz de aprovechar (energía útil de salida) para desempeñar su tarea o función correspondiente. Es fundamental que los escolares se acostumbren a realizar balances de energía, a fin de abandonar la idea de que la energía puede crearse o desaparecer, y asimilen uno de los principios básicos de la naturaleza: el *principio de la conservación de la energía*.

Pensemos, por ejemplo, en los coches. Normalmente, el motor de un coche sólo es capaz de aprovechar alrededor del 25% de la energía que necesitan para funcionar cuando se desplaza por carretera. El 75% restante de energía, que no ha sido aprovechada por el motor (energía disipada), se emite al medio a través de los gases que expulsa, el ruido que hace y el calor que desprende (por eso los motores tienen un refrigerador). Sin embargo, mientras funcione el motor siempre se cumplirá la relación indicada en la figura 3.5.

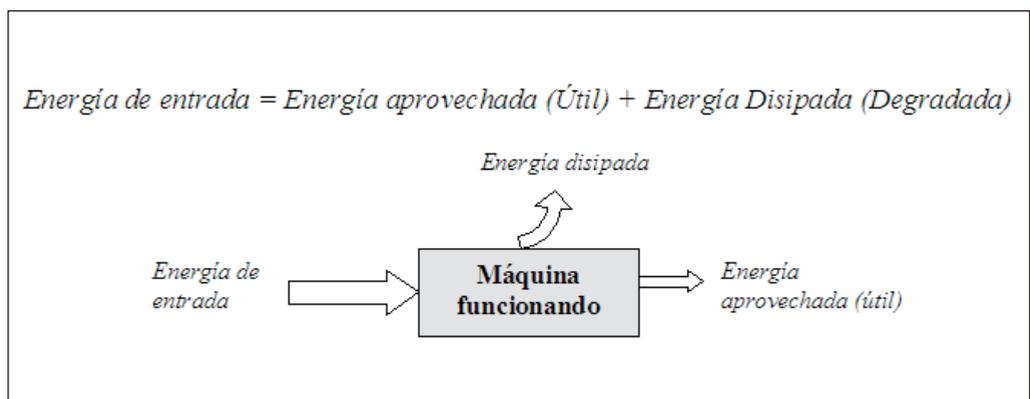


Figura 3.5. Balance de energía en una máquina.

Teniendo en cuenta el balance energético general anterior, surge el concepto de *rendimiento energético* de una máquina, que da idea de la energía que es capaz de aprovechar a partir la energía de entrada y, consecuentemente, de las pérdidas de energía que tienen lugar en la máquina.

Ligado a lo anterior, otra cuestión clave en las máquinas es su capacidad de transformar la energía de entrada en otro tipo de energía, más apropiada para desempeñar la función para la cual fue diseñada. Si volvemos a pensar en un coche, veremos que existe una relación entre la energía que aporta el combustible, la magnitud de la carga transportada y la distancia de desplazamiento; es decir, hay una transformación de energía química (al quemar la gasolina) en energía mecánica. Sin embargo, como el motor no es una máquina perfecta, se producen también transformaciones energéticas no deseadas, debidas al rozamiento principalmente, que dan lugar a la porción de energía no aprovechable. Nos referimos, por ejemplo, al calor que se desprende (transformación de energía mecánica en térmica).

Si bien las interacciones que se pueden considerar en los operadores y máquinas complejas son, fundamentalmente, las transformaciones energéticas de unos tipos de energía en otros, cabe destacar también otras transformaciones como los cambios en magnitudes físicas (por ejemplo, la multiplicación de fuerzas en una palanca, o de la velocidad de rotación en un sistema de dos ruedas dentadas comunicadas por una cadena), o cambios químicos (transformaciones de materia), como ocurre en los motores de combustión de los coches, cuando se transforma parte de la gasolina en gases; o en una olla exprés, cuando se cocinan los alimentos, los cuales cambian parte de sus propiedades iniciales, emitiendo los gases que proporcionan el olor característico de las comidas.

En el nivel de organización de máquinas es interesante también conocer la relación y conexión entre unos y otros operadores componentes del sistema. Por ejemplo, en el caso de un sistema eléctrico, constituido por una pila, bombilla, y cables conectores, la relación eléctrica entre las magnitudes físicas asociadas a dichos operadores viene dada por la Ley de Ohm.

Igualmente, en los sistemas de máquinas, o fábricas, se podrían considerar las relaciones necesarias entre unas máquinas y otras, las cadenas de montaje, las relaciones entre los distintos departamentos de la fábrica (producción, envasado, empaquetado, almacenamiento, etc.). Pero quizás sea todavía más interesante trabajar las interacciones entre el desarrollo industrial con la sociedad y el medio ambiente. Se pueden analizar la incidencia que el desarrollo tecnológico e industrial tiene en la vida cotidiana de las personas; en la cultura, la economía y en el medio ambiente; todo ello, además, con miras a que los chicos tomen conciencia de la necesidad de lograr un desarrollo sostenible del planeta. Por tanto, se estaría

conectando, asimismo, con otros ámbitos como el de “Las actividades económicas”, “La Tierra en el Universo” o “Ecosistemas”.

Finalmente, será interesante hacer alusión a las relaciones causa-efecto que tienen lugar en las máquinas. Los escolares deberían llegar a entender que el funcionamiento de las máquinas ocurre como consecuencia de una sucesión ordenada y concatenada de procesos o fenómenos, que termina dando lugar al producto o efecto deseado. Así, por ejemplo, para hacer funcionar la luz de una bicicleta con una dinamo, primero la energía muscular (química) del ciclista debe poner en movimiento la rueda de la bici (energía mecánica) a la que va unida, por rodadura, la dinamo. El giro de la rueda pone en movimiento la ruedecilla de la dinamo. A continuación, el mecanismo interno de la dinamo transforma la energía cinética recibida en eléctrica y, finalmente, dicha energía eléctrica se transforma en la energía luminosa deseada. Para ilustrar las relaciones causa-efecto en clase pueden resultar útiles montajes de dispositivos en los que, por ejemplo, una bola que cae por una rampa, provoca una acción que da pie a otra, y ésta a la caída consecutiva de fichas de dominó, que puede producir otro efecto, etc.

En la figura 3.6 se sintetizan todas estas ideas que acabamos de exponer.

Cambios

La noción de *cambio* en un sistema ‘máquina’ se puede abordar desde diferentes puntos de vista, que refuerzan su carácter dinámico (Figura 3.7).

A menudo, el funcionamiento de un operador o de una máquina es cíclico, de forma que la sucesión de cambios que se producen en sus componentes, tienen lugar a lo largo del tiempo. Así, en una rueda, o en una polea, se pueden considerar el número de vueltas en la unidad de tiempo. A su vez, en otra rueda o polea conectada a la primera, el número de vueltas cambia si tiene distinto diámetro.

Sin embargo la entrada y salida de energía de la máquina implica cambios de carácter definitivo en el ambiente y en los objetos que interaccionan con la máquina. Un coche y su carga alteran su estado de movimiento debido a la acción del motor. La chapa de una bebida puede experimentar una deformación después de que se extrae haciendo palanca con un abrebotellas.

En los operadores, siempre se produce alguna pérdida o ganancia de energía térmica, ya que siempre sufren un cambio de temperatura, aunque ésta, en ocasiones, pueda resultar imperceptible. Asimismo, siempre que hay una transformación de un determinado tipo de energía (eléctrica, potencial gravitatoria, elástica, etc.) en otro, parte de la primera se transforma inevitablemente en ener-

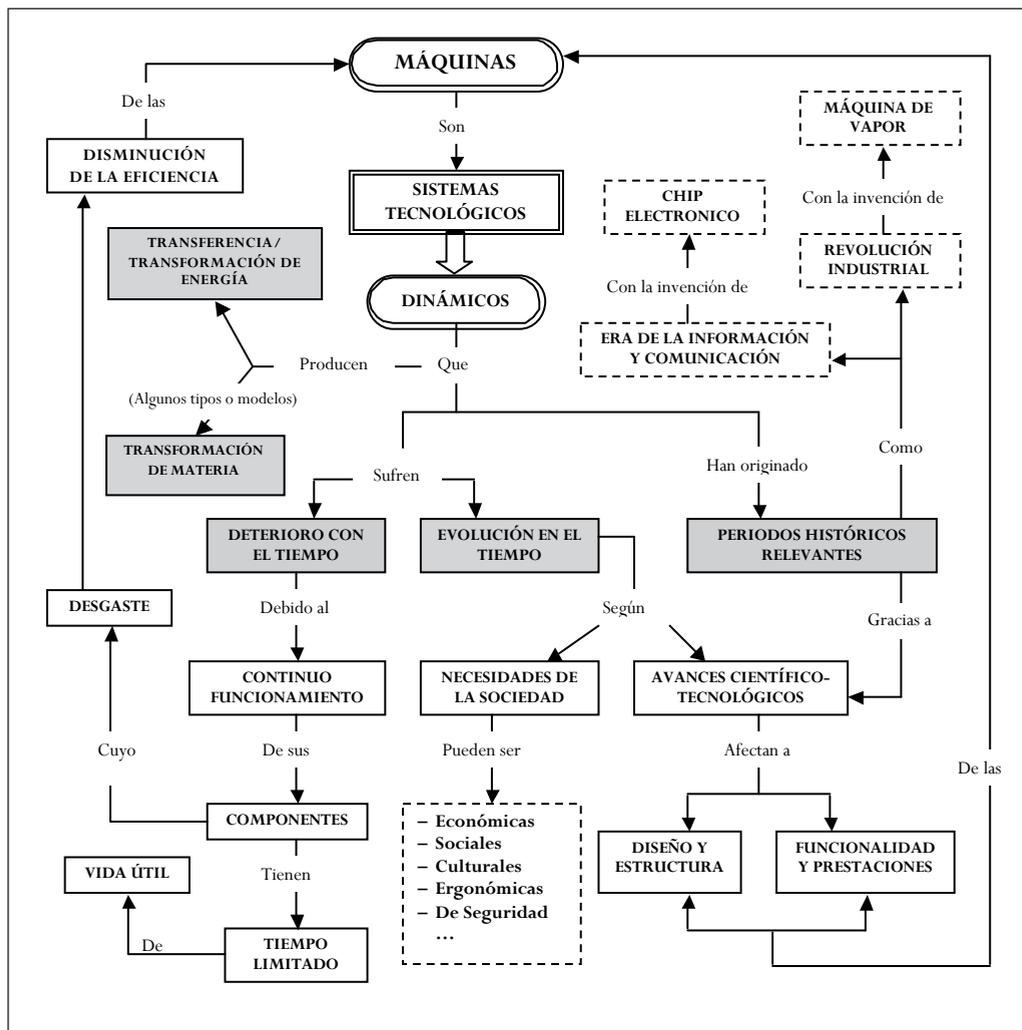


Figura 3.7 Enfoque sistémico de las máquinas desde la perspectiva de sus cambios

gía térmica, que se disipa entre los componentes del sistema y su entorno. Esto, como ya comentamos antes, lleva a que una parte de la energía que se aporta a la máquina se transforme en energía térmica difícilmente recuperable⁴. Todo esto lleva consigo cambios en la propia máquina. Sus piezas se irán desgastando (la banda de la correa de transmisión, la cadena, sus uniones adquirirán holgura)

⁴ Esta degradación inevitable de la energía se explica en términos del segundo Principio de la Termodinámica.

por lo que la máquina se irá deteriorando con el tiempo, experimentando transformaciones irreversibles que afectarán a su rendimiento.

Por último, también se puede entender la noción de cambio en el sentido de que las máquinas han ido evolucionando en el tiempo: en la época de Leonardo da Vinci, las piezas (engranajes, tornillo sin fin, etc.) eran normalmente de madera tallada, al igual que en la época de la antigua Grecia; y, ahora, esas mismas máquinas son fundamentalmente metálicas. La máquina de coser pasó de ser accionada por un pedal a ser eléctrica y a poseer programadores electrónicos para la puntada, etc. Estos cambios afectan a aspectos muy visibles que se pueden apreciar desde la etapa de Educación Primaria. Un claro ejemplo es el ritmo con el que cambia el tamaño y prestaciones de los teléfonos, calculadoras, dispositivos para música, etc.

PROBLEMAS TEÓRICOS GENERALES PARA LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN TORNO A LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

El análisis sistémico desarrollado puede ser útil para integrar, de forma significativa, nuestros conocimientos profesionales sobre las máquinas. Sin embargo, desde la filosofía del proyecto INM (6-12), orientado a favorecer la construcción de aprendizajes mediante investigación escolar, es importante reflexionar también sobre aquellos interrogantes básicos que se han planteado en la investigación sobre las máquinas y que organizan el conocimiento tecnológico actual. Un listado de preguntas teóricas de este tipo puede servir de base para establecer la orientación de los objetivos de aprendizaje prioritarios para la alfabetización científico-tecnológica deseable en la Educación Primaria.

Se trata pues de grandes interrogantes generales que organizarán el conocimiento escolar deseable en este ámbito y que permitirán la estructuración progresiva de los conocimientos que vayan construyendo los escolares en el transcurso de sus exploraciones y reflexiones. No constituyen, por tanto, en general, preguntas o problemas que el alumnado suela plantearse espontáneamente, sino cuestiones o interrogantes básicos que tiene en mente el profesor y que organizan el conocimiento escolar relativo al ámbito, actuando como núcleos de integración de los conocimientos que se vayan generando en la investigación de las preguntas o problemas más simples y concretos que se plantearán los escolares como objetos de estudio. Estos *problemas teóricos generales* del ámbito, pueden ser los siguientes:

- ¿Qué es una máquina y para qué sirve?
- ¿Qué tipos de máquinas existen?
- ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo?
- ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia?
- ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad?
- ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas?
- ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno?

Lógicamente, no vamos a exponer aquí –principalmente, por cuestiones de espacio– las posibles respuestas a dichos interrogantes. La intención al plantearlos es indicar que estas cuestiones pueden servir de núcleos de integración y organización del conocimiento tecnológico escolar en INM (6-12). Tener en mente este tipo de preguntas puede ayudar al maestro a reflexionar sobre su propio conocimiento profesional, el que necesita para ayudar al alumnado en su progresión cognitiva y madurativa en torno a las máquinas y artefactos. Y, en última instancia, son cuestiones para las que el alumnado de primaria debería haber construido unas respuestas satisfactorias al terminar esta etapa educativa.

En el capítulo quinto se retoma esta cuestión y se desarrolla desde el punto de vista de los objetivos de la alfabetización científico-tecnológica, en el marco de nuestro proyecto curricular.

4. ¿QUÉ CONOCIMIENTOS INICIALES SUELEN TENER LOS ALUMNOS DE PRIMARIA SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS?

Desde muy temprana edad, los niños y niñas viven numerosas experiencias manipulativas y audiovisuales con multitud de máquinas y artefactos. De esas interacciones emana buena parte de sus conocimientos iniciales, generalmente bastante estables, en torno al funcionamiento de los dispositivos tecnológicos. Tales conocimientos (intuitivos) constituyen, por tanto, la base sobre la que cimentar la construcción de los nuevos.

En este capítulo hacemos una síntesis del conocimiento actual, sobre las concepciones de los escolares, en relación con cada uno de los problemas generales del ámbito de máquinas y artefactos.

Ante la escasa literatura publicada¹, al respecto, hemos complementado la información encontrada con indagaciones propias, realizadas con niños españoles de Educación Primaria. El guión de base empleado en las mismas es el siguiente:

- ¿Qué es una máquina? ¿Para qué sirven las máquinas?
- Cita ejemplos de máquinas. ¿Qué diferencia hay entre hacer una cosa con máquina y hacerla sin ella? Indica ejemplos de máquinas.
- ¿Cómo funcionan las máquinas? ¿Qué necesita una máquina para funcionar?
- Dibuja una máquina con sus partes más importantes, y di la función de cada una.

¹ En el momento de abordar este capítulo, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre las concepciones de los escolares, en torno a las máquinas. La revisión mostró la escasez de aportaciones realizadas por la investigación didáctica en este campo. Por este motivo, decidimos realizar nuestros propios sondeos con niños y niñas de los diferentes niveles de Educación Primaria. Para ello, contamos con la colaboración de estudiantes de Magisterio, quienes, bajo nuestra dirección, hicieron entrevistas y aplicaron un cuestionario. En las entrevistas participaron 5 niños del primer ciclo (6-8 años), 7 del segundo (8-10 años), y 27 del tercero (10-12 años). El cuestionario se aplicó a 25 niños de 4º curso (9-10 años), y consistió en un test de identificación de ideas previas.

- ¿Qué es una máquina simple?, y ¿qué es una máquina compleja? Ejemplos.
- En algunos casos se les mostraron ejemplos como una radio, un destornillador y un plano inclinado. Luego se les pidió que dijeran si eran máquinas, justificando su elección.

Este protocolo se adaptó, en las formas, a cada ciclo de Primaria. Las entrevistas se realizaron, además, siguiendo las recomendaciones de la literatura sobre el uso de este instrumento de investigación con niños.

Con objeto de saber a qué nivel se sitúan las explicaciones de los escolares, como hipótesis de partida se supuso que las respuestas podrían categorizarse según tres niveles de complejidad creciente:

- I. Nivel meramente descriptivo, con explicaciones de carácter superficial, focalizando la atención en aspectos aislados y muy evidentes. Ejemplo: *“Se mueve porque lo enchufa”*.
- II. Nivel de explicaciones que no se limitan a describir, sino que muestran un intento de interpretar lo que ocurre. Establecen conexiones entre elementos, aunque relacionando pocos elementos. Ejemplo: *“Cada engranaje mueve al siguiente porque están conectados”*.
- III. Nivel de explicaciones que interpretan lo que ocurre utilizando muchos elementos que se relacionan mutuamente. Se da una visión global del sistema. Ejemplo: *“La batidora tiene un motor que gira, éste mueve un eje. Al final del eje, hay dos cuchillas, en forma de aspas, que cortan los alimentos. El motor tiene siempre un cable bobinado, que se orienta (con respecto a un campo magnético) cuando le pasa la corriente; por eso gira...”*

Además, se prestó atención a si, en sus respuestas, los niños y niñas hacen referencia a que: a toda máquina hay que aportarle *energía* para que funcione; y a que las máquinas sirven para hacer un determinado *trabajo* o tarea. Asimismo, se realizaron las indagaciones teniendo en mente si los escolares de estas edades se plantean algún tipo de balance (entre la energía aportada a la máquina y el trabajo que ésta realiza –considerado como la *energía de salida*–, cuya diferencia se explica en función de la *energía disipada*). O bien, si no tienen en cuenta, en absoluto, estas consideraciones energéticas, tal y como ocurre en algunos libros de texto de Educación Primaria.

En lo que sigue, se muestran las ideas de los escolares agrupadas según las preguntas generales básicas, formuladas en el capítulo 3. Esta información debe entenderse con la reserva de la limitada cantidad de resultados de investigación educativa de que se dispone en el momento de redactar este texto.

¿QUÉ ES UNA MÁQUINA Y PARA QUÉ SIRVE?

Primer ciclo de Primaria

Al contrario de lo que podría pensar un niño de la etapa de Educación Infantil (3-5 años) las niñas y niños del primer ciclo de Primaria (6-8 años) parecen tener claro que las máquinas no son seres vivos, “*pues no hablan ni se mueven*”. No obstante, de sus dibujos y de lo que ellos mismos expresan, se deduce que, para estos escolares, las máquinas están circunscritas al ámbito de lo doméstico (“ordenador, radio, cafetera, plancha, horno microondas”,...), y demás ámbitos de su experiencia (“máquina de escribir”, “máquinas para hacer casas”, “para hacer carreteras”,...). Es decir, estos escolares pueden identificar ejemplos que, para ellos,

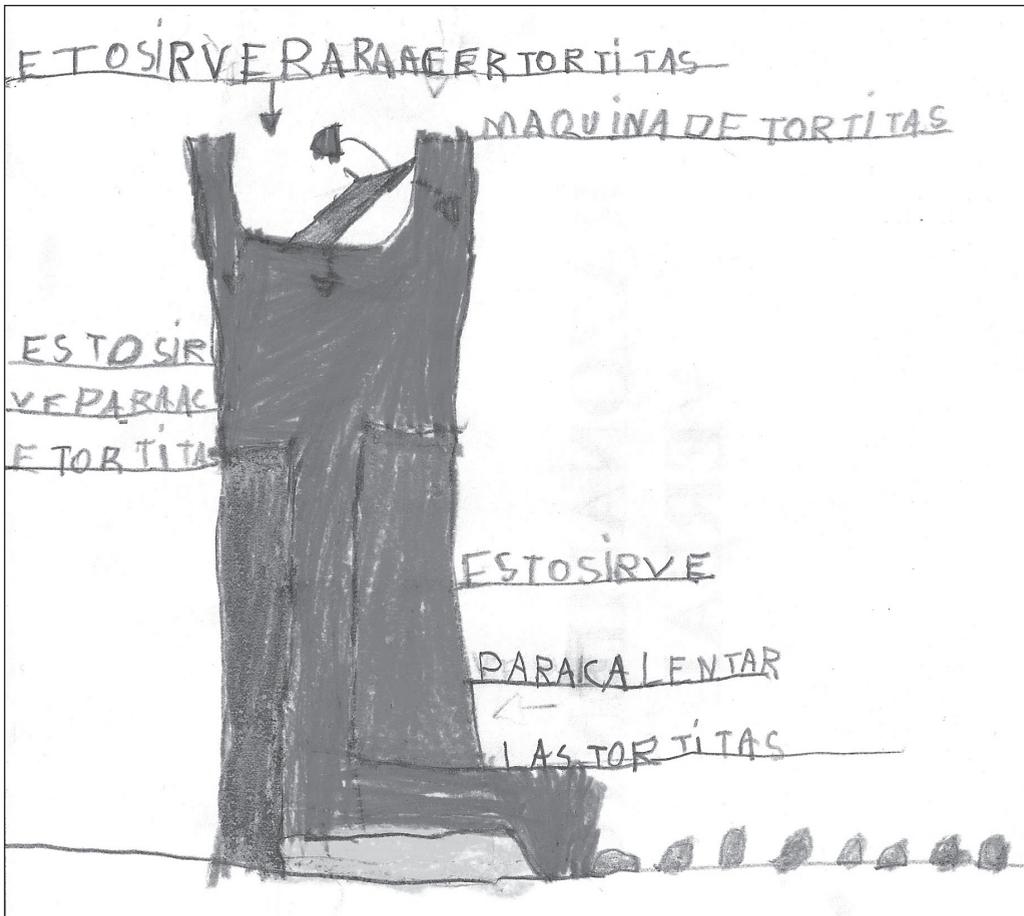


Figura 4.1. Dibujo de una “maquina de hacer tortitas” realizado por un escolar de primer ciclo de Primaria.

son ilustrativos, pero carecen de un concepto abstracto de máquina. No utilizan definiciones ni explicaciones de carácter general (por ejemplo, la idea de que *una máquina facilita la tarea*). Suelen responder indicando el uso específico de algunas máquinas concretas que conocen. Por ejemplo: “*la máquina de coser sirve para coser*”. Asimismo, ofrecen una visión cercana y próxima de las máquinas: las máquinas sirven para: “*sacar dinero del banco*”, “*escuchar los partidos de fútbol*”, “*lavar y planchar la ropa*”,... (Fig. 4.1)

Segundo ciclo de Primaria

En los escolares de segundo ciclo (8-10 años) (Fig. 4.2), ya se aprecia cierto nivel de abstracción. Sus explicaciones no están tan vinculadas a máquinas específicas ni a actividades en particular (“*las máquinas sirven para hacer las cosas, para trabajar*”).

Es frecuente escucharlos reconocer que “*con la máquina, se hace el trabajo más fácil, con menos esfuerzo*”. Incluso, hay muchos que tienen en cuenta la variable tiempo, indicando que “(con la máquina) *se hace más rápido*”. Son ideas que se ratifican al preguntar la diferencia entre hacer las cosas *con* y *sin* máquina. Por tanto, ya se aprecia cierto avance hacia un concepto general de *máquina*. Si bien, es frecuente que los escolares pongan como ejemplos aquellos dispositivos que, en el lenguaje cotidiano, se denominan acompañados del apelativo de “*máquina*” (*máquina de coser, máquina de hacer gimnasia,...*).

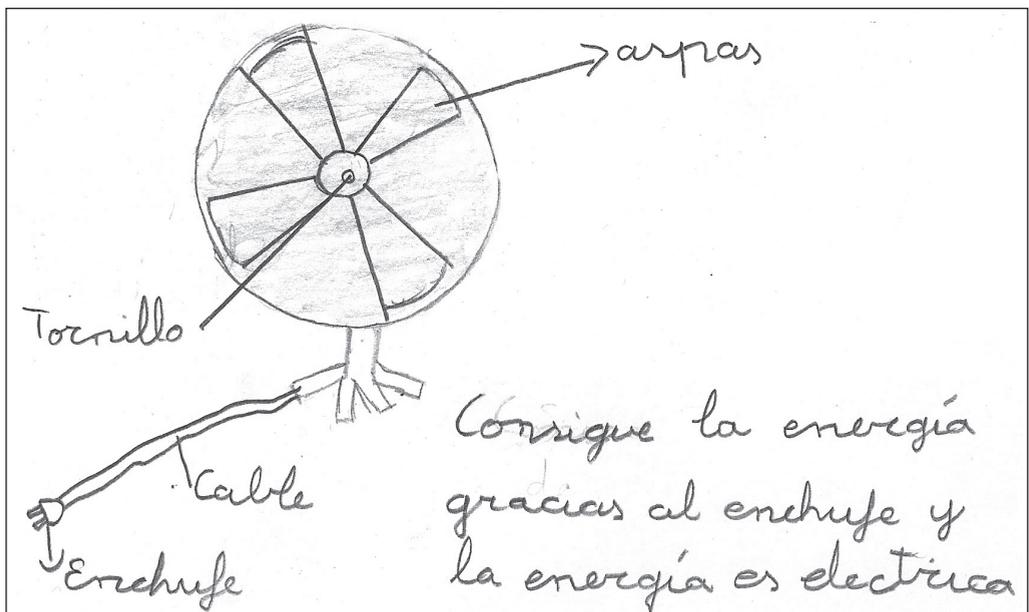


Figura 4.2. Dibujo de un ventilador realizado por un escolar de segundo ciclo de Primaria.

En muchos casos, también, la función lúdica de algunos artefactos induce a los escolares a definir el concepto general de *máquina* como aquello que “*sirve para entretener*”. Es una concepción claramente condicionada por la importante presencia de juguetes como la *Play Station*, la *Game Boy*, etc., en la vida de los escolares. No en balde, en el lenguaje familiar, estos juguetes –por cierto, de gran complejidad tecnológica– suelen ser denominados como “*la maquinita*”.

Tercer ciclo de Primaria

En el tercer ciclo de Primaria (11-12 años), al definir qué son las máquinas, ya se hace mención a algunos aspectos más. Una máquina ya no es sólo “*algo que sirve para hacer cosas*”, “*para hacer menos trabajo*”, sino que comienza a emerger, de forma explícita, la idea de que ello implica una ventaja, pues: “*son unos avances tecnológicos que mejoran la vida de las personas*”; “*es un instrumento o aparato que ayuda o sustituye al hombre*”, “*permite hacer algo que sería imposible a mano* (grúa)”.

Los rasgos comunes de las máquinas, dibujadas por escolares de este ciclo, son análogos a los del ciclo anterior: todas tienen algo visible que se mueve; la mayoría son electrodomésticos de uso en la cocina. No obstante, se abre bastante el abanico de ejemplos y también se incluyen: móviles, calculadoras, grabadoras, máquinas de juegos recreativos, termos, antenas, aparatos de aire acondicionado, reproductores de DVD, secadores de pelo, y maquinaria agrícola o de oficina, como una fotocopiadora.

El concepto de “ventaja mecánica” no termina de quedar claro en la Etapa de Primaria. Hay estudios que muestran que, en este nivel, los niños entienden situaciones en las que el uso de una palanca es provechoso, percibiendo así una “ventaja mecánica”. Sin embargo, en otros estudios se ha encontrado que los escolares no ven tan claro el beneficio que se obtiene en otros casos como en el uso engranajes, poleas y destornilladores.

¿QUÉ TIPOS DE MÁQUINAS EXISTEN?

Primer ciclo de Primaria

Los escolares no distinguen entre máquinas simples y complejas tal como se hace desde el punto de vista científico. No reconocen como máquinas a las *máquinas simples*, otros *operadores tecnológicos mecánicos*, ni a las *herramientas* (“*no son máquinas, pues no tienen botones*”) (Fig. 4.3). Cuando se les muestra y describe un plano inclinado, (una rampa), y se les pregunta, en una entrevista, no llegan a ver que aporte ninguna ventaja.

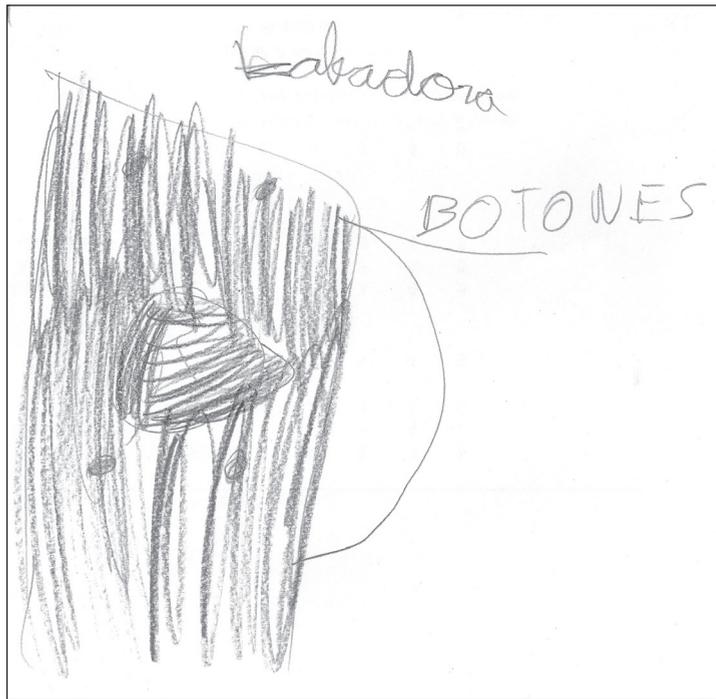


Figura 4.3. Dibujo de una lavadora realizado por un escolar de primer ciclo de Primaria.

Segundo ciclo de Primaria

Los rasgos comunes de las máquinas dibujadas en este ciclo son que la mayoría tienen “botones” y son electrodomésticos. También dibujan la *Game Boy* o la *Play Station*; y más escasamente, aparecen otros tipos como una grúa o, incluso, “una polea, con un cubo que usan los albañiles”.

Asimismo, en el segundo ciclo, todavía está muy presente la idea de que “una máquina ha de tener botones”, y apenas hay menciones a *máquinas simples*.

Al preguntarles por las *máquinas simples*, la mayoría no consigue dar una definición. Los pocos que se aventuran a ello las caracterizan como “aquellas que se usan sin electricidad”; o se aproximan al concepto, describiéndolas como “aquellas en las que hay que usar la mano y la máquina” respuesta similar a la de alumnos de Magisterio). Para los escolares de este nivel, la categorización de máquina todavía no es de tipo estructural, sino que atiende a características perceptivas. Así, a un niño que se le presentaron ciertos objetos (radio, destornillador y rampa), como ejemplos de máquinas, dio la siguiente respuesta: “la única máquina que hay es la radio, porque el destornillador ni tiene alambres por dentro ni se le pueden poner pilas. Y a aquello [refiriéndose a la rampa] le pasa lo mismo”.

Cuando se les piden que den ejemplos de máquinas simples y de máquinas complejas, pocos niños responden sobre las primeras. Lo cual sugiere que no es necesario que aprendan que los electrodomésticos son máquinas; pero sí es necesario que aprendan a distinguir, en un contexto académico, las máquinas simples, u operadores tecnológicos, de las máquinas complejas. Ello, posiblemente, les induciría a evocar las partes internas de una máquina, aunque sólo sea desde un conocimiento descriptivo. Luego, partiendo de ello, podrían intentar plantearse la comprensión su funcionamiento.

Tercer ciclo de Primaria

En lo referente a las partes de la máquina que dibujan o mencionan, al igual que en ciclos anteriores, sólo suelen aparecer referencias a partes exteriores (puerta, carcasa, ruedas, botones, enchufe, cable,...).

Parece que muchos niños aún carecen de una idea estructural, que les impide evocar partes interiores (por ejemplo, el motor) como componentes de una máquina. Y ello, pese a que, para muchos niños, la presencia de un motor es un requisito imprescindible para categorizar como máquina a un dispositivo (Fig. 4.5 y Fig. 4.6).

Si bien, cuando se pregunta a niños de este ciclo por los componentes de una máquina, las partes que más suelen destacar son aquellas que permiten iniciar el funcionamiento de la misma.

En lo relativo a la identificación de máquinas simples, pocos de los niños encuestados identifican, espontáneamente, la polea, el abrelatas y el sacacorchos como tales.

A la hora de diferenciar máquinas simples y complejas, los chicos suelen improvisar sus respuestas con argumentos simplistas y cotidianos: *“la máquina sencilla es fácil de utilizar, la compleja es difícil”*, *“la máquina simple es sencilla, sin motor; la compleja es con motor”*.

Al pedir a los chicos que pongan ejemplos de máquinas simples y complejas, suelen tener presentes un diferente grado de complejidad; pero también priman otros criterios distinción, que no son aceptados científicamente, como:

- El hecho de ser pequeña / grande
- Si hace menos / más fuerza (según lo cual, “el “sube y baja” [palanca] del parque infantil es una máquina *“compleja”* frente a la polea del pozo, que es *“simple”*)
- Si es fácil / difícil de manejar, para ellos (batidora / ordenador)

¿CÓMO FUNCIONA UNA MÁQUINA Y QUÉ NECESITA PARA HACERLO?

Primer ciclo de Primaria

Ante la pregunta *qué necesitan las máquinas para funcionar*, los chicos hacen referencia a los “botones” o palancas que se accionan para iniciar su funcionamiento (“¡pues se le da al botón!” “... enchufándolas con un cable, y ya andan solas...”); también, al hecho de que hay que añadir “*productos*” con los que trabaja la máquina (*café, leche, detergente, hilo, gasolina...*). Estas respuestas revelan una idea superficial de máquina, que no considera el mecanismo interior de los dispositivos para incluirlos en la categoría *máquinas*; salvo, en ocasiones, en las que algún niño explica que una máquina se caracteriza por “*poseer motor*”. En ninguno de los casos de la muestra analizada se piensa, espontáneamente, en términos abstractos como puede ser la energía para que una máquina funcione. Este resultado es, por otra parte, esperable, pues es difícil que un niño de estas edades generalice sobre las máquinas, sobre todo, si tenemos en cuenta que la educación tecnológica usual es muy escasa e inadecuada. No obstante, es probable que con máquinas concretas con las que están familiarizados su pensamiento sea distinto (automóvil, bicicleta, ordenador, batidora, exprimidor de naranjas, etc.). Por tanto, será necesario profundizar con nuevos estudios en esa línea.

Los niños de Educación Infantil tienden a utilizar explicaciones teleológicas, de manera que la función del objeto será la causa de su funcionamiento. Con un juego infantil de engranajes, cuando se les solicita que expliquen y predigan si éstos girarán con el accionamiento de una manivela, suelen responder afirmativamente: “... *porque las manivelas hacen girar las cosas...*”. Asimismo, cuando los niños y niñas de estas edades saben *para qué* sirven determinadas máquinas cotidianas, como un “bate huevos”, ya no ven necesario preguntarse cómo funciona.

En el caso de engranajes, aspectos como la *velocidad de rotación* y el *sentido de giro* son muy evidentes para los escolares de primer ciclo, pero otros, como la *ventaja mecánica*, no lo son tanto.

Algunos estudios han puesto de manifiesto que, (ya desde la Educación Infantil), manipulando engranajes visibles, los niños llegan a entender la simple transmisión de movimientos. Otros estudios, sin embargo, no corroboran esa capacidad en esa etapa educativa. Indican que, aunque los engranajes estén a la vista de los escolares, ellos pueden tener dificultades en su comprensión e interpretación. Por ejemplo, a la hora de entender la restricción de que dos engranajes contiguos no pueden girar en el mismo sentido.

Segundo ciclo de Primaria

Según los chicos de este ciclo, lo que necesita una máquina para funcionar son “botones, palancas, y/o “productos”. Algunos hacen referencia a la alimentación eléctrica, expresando que “hay que enchufarla”, que “necesita electricidad”, etc. (Fig. 4.2 y Fig. 4.4). Por lo que, en este nivel, parece emerger la idea de que la máquina necesita algún tipo de aportación (que en su formulación abstracta sería energética), de acuerdo con lo que ya van percibiendo de su experiencia cotidiana.

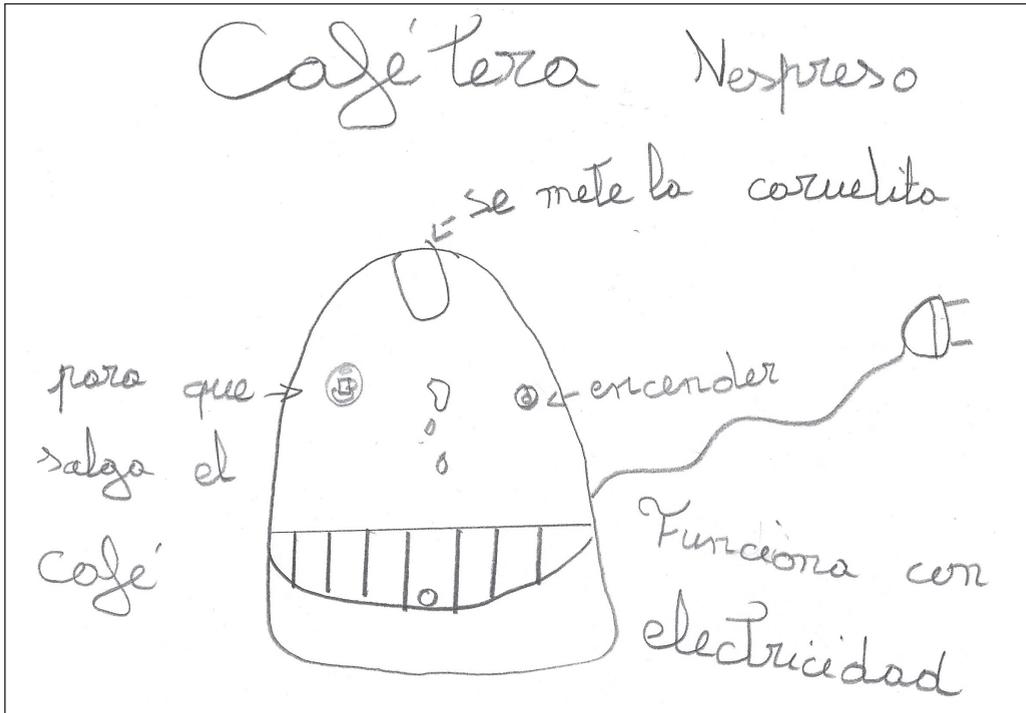


Figura 4.4. Dibujo de una cafetera realizado por un escolar de segundo ciclo de Primaria.

Algunos estudios ratifican que, incluso después de la enseñanza, los escolares tienen dificultad para expresar sus conocimientos sobre cómo funciona una máquina simple; salvo el caso del funcionamiento de una rueda-eje.

Otros estudios muestran que los niños entienden las situaciones en las que el uso de una palanca es útil. Incluso, aprenden el concepto de “*ventaja mecánica*” en máquinas simples como la palanca.

En cuanto al funcionamiento de engranajes, ya se pueden encontrar explicaciones que hacen referencia a la configuración, o colocación de los engranajes. Es más, algunos niños reconocen una causalidad mecánica y la transmisión del

movimiento: “unos engranajes mueven a otros porque interaccionan y uno mueve a otro” (niño de 9 años). No obstante, una comprensión adecuada de cómo se transmite el movimiento, suele requerir un ejercicio importante de inferencia por parte del alumno. Y dicho proceso puede, además, verse distorsionado por muchas concepciones alternativas. Por ejemplo, algunos niños llegan a:

- Creer que la fuerza que hace girar los engranajes, en un tren de engranajes, tiende a debilitarse conforme aumenta el número de estos; de manera que los más alejados del conductor girarán más lentamente.
- Utilizar explicaciones antropomórficas: “los engranajes chicos irán más despacio”.

Es decir, los escolares manifiestan ciertas dificultades para comprender que en los engranajes:

- El sentido de giro de un engranaje depende del sentido de giro de los engranajes conectados a aquél.
- La velocidad de giro de un engranajes depende del radio relativo de los engranajes (los más pequeños giran más rápido), pero la velocidad lineal de dos dientes engarzados es la misma.

Anteriormente, se ha dicho que algunos niños pueden vislumbrar, espontáneamente, el concepto de “ventaja mecánica” en máquinas simples, como la palanca. Cabe preguntarse, entonces, si los escolares pueden hacerlo también en un sistema más complejo, aunque familiar, como son los cambios de piñón y/o plato en una bicicleta. Pues bien, al operar con una bicicleta de marcha, las explicaciones de los escolares pueden agruparse en tres categorías:

- la ausencia de un motivo para cambiar de marchas;
- una mera asociación del cambio de marchas con un cambio en la velocidad,
- la conciencia de que el cambio de piñón afecta a las relaciones entre dos o más de las siguientes magnitudes: velocidad, esfuerzo, y distancia recorrida por la bicicleta en cada pedalada.

Tercer ciclo de Primaria

Al igual que en el ciclo anterior, los niños y niñas de 11-12 años piensan que lo que necesita una máquina para funcionar es “darle a los botones o palancas”, y/o “añadirle productos”, con referencias claras a la alimentación eléctrica. Ello se ra-

tífica en los dibujos que hacen, donde reflejan tanto los cables como los enchufes de la pared (Fig. 4.5 y Fig. 4.6).

Por tanto, que a la “*entrada*” de una máquina se necesita algún tipo de alimentación (energética), parece una idea algo más afianzada en el último ciclo de Primaria. Si bien, es verdad que no se encuentran evidencias de que los chicos sean conscientes de que las ventajas mecánicas (multiplicación de fuerzas) de los operadores mecánicos son consecuencia del principio de conservación de la energía. Y ello, porque tal principio físico aún no suele ser bien asimilado por escolares de la etapa de Primaria.

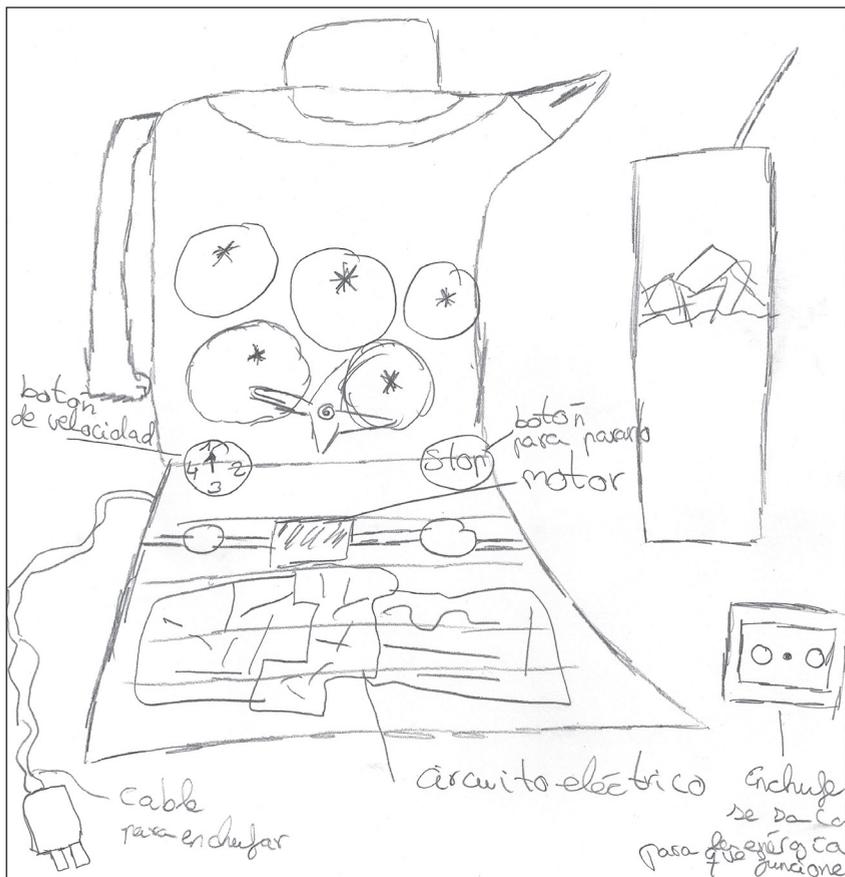


Figura 4.5. Dibujo de una batidora realizado por un escolar de tercer ciclo de Primaria.

Según un estudio detallado² son pocos los niños de 10-11 años, capaces de abordar cuestiones menos abstractas como relacionar la fuerza aplicada a los pedales de una bicicleta con la distancia que ésta avanza por cada pedalada.

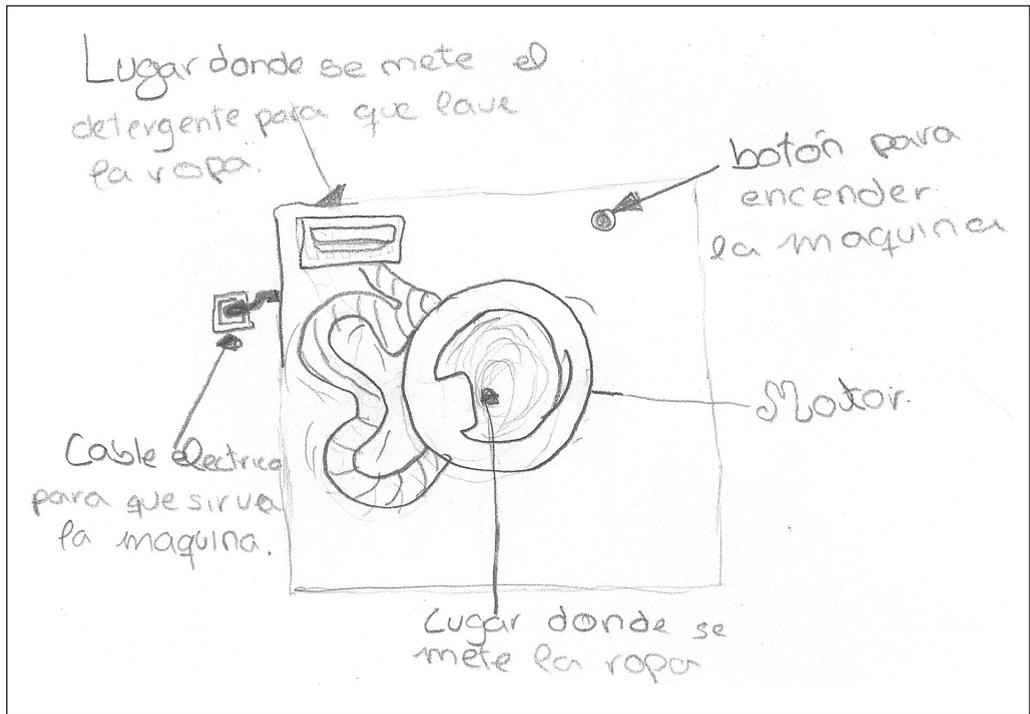


Figura 4.6. Dibujo de una lavadora realizado por un escolar de tercer ciclo de Primaria.

¿CÓMO SE INVENTAN LAS MÁQUINAS Y POR QUÉ CAMBIAN A LO LARGO DE LA HISTORIA?

En relación con esta pregunta-problema, y la siguiente, es preciso decir que apenas existe documentación bibliográfica dedicada a la investigación de las ideas intuitivas o cotidianas de los escolares al respecto. Lo poco que se conoce, además, no se circunscribe al ámbito concreto de las máquinas, sino que se refiere al ámbito más general de la Tecnología. No obstante, su conocimiento resulta especialmente interesante con vistas a tenerlos en cuenta a la hora de construir el conocimiento escolar deseable en torno a las máquinas en la etapa de Primaria.

² Lherer, R. y Schaule, L. (1998). Reasoning about Structure and Function: Children's Conceptions of Gears *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 3-25.

Así pues, haremos alusión a tales ideas cotidianas de un modo más global, ya que, entendemos³, éstas pueden ser detectadas o percibidas en los diferentes niveles de Educación Primaria, aunque, posiblemente, con más probabilidad conforme se avance a lo largo de la etapa.

Los escolares son propensos a pensar que el desarrollo tecnológico es siempre lineal y positivo, en el sentido de que lo nuevo siempre ha sido mejor que lo antiguo y, consecuentemente, las innovaciones tecnológicas suponen, generalmente, un paso incuestionable hacia una sociedad mejor. Por tanto, los escolares suelen asociar el desarrollo tecnológico a felicidad, a poder, a calidad de vida y, en definitiva, a progreso, obviando, así, los contextos y finalidades de la innovación tecnológica. Sin embargo, el desarrollo tecnológico no siempre ha tenido su génesis en pos de proveer a la sociedad mayor calidad de vida; basta analizar históricamente cómo grandes avances científico-tecnológicos han surgido, por ejemplo, en contextos bélicos y de desarrollo armamentístico. Algún ejemplo: el microondas, el ordenador personal, la fregona,...

Queda, pues, patente que los escolares, de temprana edad, no llegan a cuestionarse que la necesidad tecnológica –por tanto, el diseño de nuevas máquinas y artefactos– de una sociedad, está fuertemente condicionada por las circunstancias o modelos de desarrollo dominante en cada época o momento histórico. Aspectos que habría que explorar: ¿Quién inventa y para qué? ¿Cuándo triunfa una nueva máquina inventada? ¿Qué es una patente?

³ La bibliografía consultada no nos permite enmarcar la detección de tales ideas en los diferentes ciclos de la etapa, sólo que son frecuentes en escolares de etapas obligatorias de la Educación. Incluso alguna de dichas fuentes, por ejemplo, Merchán, F.J. (1993). Propuestas sobre el diseño de unidades didácticas: “Técnica y Progreso en el siglo XX”. *Investigación en la Escuela*, 21, 73-89, habla de que tales ideas pueden ser detectadas fácilmente en los Medios de Comunicación.

¿QUÉ IMPORTANCIA TIENEN LAS MÁQUINAS EN LA ACTUALIDAD?

En la línea de lo anterior, los escolares suelen tener asumido que el desarrollo de la Tecnología es una “necesidad” evidente, que no es, por tanto, cuestionable y que tiene una validez universal. Esto pone de relieve la importancia que estos adjudican a la presencia de máquinas y artefactos en sus vidas diarias. Si bien, para los escolares el uso de máquinas y artefactos “domésticos” (teléfonos móviles, ordenadores, aire acondicionado, etc.) constituye, simultáneamente, un medio para resolver necesidades y un signo de modernidad, de riqueza y de poder; con lo cual, resulta difícil discernir si, realmente, los escolares identifican la presencia de máquinas y artefactos en la sociedad con las necesidades que en ésta se generan. En consecuencia, se hacen necesarias nuevas investigaciones, que profundicen en tales aspectos y proporcionen, así, nuevas pistas didácticas y epistemológicas, en aras de construir conocimiento escolar deseable en torno a ello.

¿QUÉ PROBLEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES GENERAN LAS MÁQUINAS?

En general, los escolares suelen pensar en el desarrollo tecnológico en sí, obviando los problemas colaterales que de éste se derivan. De manera más particular, algunos estudios se han dedicado a analizar las ideas de escolares, a partir de 10 años de edad, sobre el impacto de los vehículos motorizados en el medio. En éstos se ha hallado que la mayoría parece ser consciente de que los coches contribuyen al desarrollo de enfermedades respiratorias en las personas y a acrecentar el problema del calentamiento global; si bien, respecto a este último, sólo una minoría de escolares señala a la emisión de dióxido de carbono como causante. La mayoría de los escolares investigados piensa que el causante del efecto invernadero es el calor desprendido por los vehículos. Una idea también frecuente en los escolares investigados es que los coches contribuyen a la lluvia ácida, pero no por la emisión de los óxidos de nitrógeno o azufre derivados también de la combustión del carburante, sino por el dióxido de carbono emitido durante tal proceso.

En estos estudios se concluye que la persistencia de tales ideas equivocadas es consecuencia de un tratamiento inadecuado de las relaciones causa-efecto cuando se abordan en la escuela los problemas medioambientales.

Aunque no disponemos de datos, suponemos que, dada la creciente importancia que se le da en los medios, quizás muchos niños y niñas serán conscientes de que pasar mucho tiempo viendo la televisión, jugando al ordenador, o a “las maquinitas”, puede resultar, de algún modo, perjudicial en su desarrollo. Si bien, no sabemos hasta qué punto pueden ser conscientes de que ello les resta tiempo

para hacer otras actividades necesarias, como lectura, juegos al aire libre, con el ejercicio físico necesario para fijar el calcio en los huesos y mantener la masa muscular; la socialización y relación con iguales tan necesaria en cualquier momento de la vida, etc. Igualmente, no sabemos hasta qué punto pueden los niños y niñas comprender que este abuso de las nuevas tecnologías (teléfonos móviles, ordenador, etc.) pueden conducir al aislamiento, además de perjudicar su vista, su capacidad imaginativa, etc.⁴

En el caso de dispositivos que generan ondas electromagnéticas del rango de las microondas y telefonía móvil, ni los jóvenes ni los adultos (por tanto, menos aún los niños y niñas de Educación Primaria) parecen conocer que, actualmente, está en cuestión el hecho de que sean inocuos y no estén asociados con tumores en el cerebro.⁵ Del mismo modo, no sabemos hasta qué punto pueden tener conciencia los escolares de los riesgos de una quemadura en la retina, producida por un puntero láser, o de las consecuencias del abuso de la exposición a los rayos U.V., tan de moda en los gimnasios y centros de belleza.

¿QUÉ TIPOS DE MÁQUINAS PERMITEN UNA INTERACCIÓN SALUDABLE Y SOSTENIBLE CON EL ENTORNO?

No se ha encontrado en la literatura revisada estudios que analicen las ideas u opiniones de escolares de Primaria acerca del uso de máquinas más ecológicas y saludables. No obstante, teniendo presente el marco de ideas y concepciones que acabamos de describir, en relación con los problemas anteriores, se puede decir que los escolares, a edades tempranas, serán tendentes a valorar las máquinas y artefactos con criterios más bien estéticos y de funcionalidad. Por tanto, lo más probable será que analicen el papel de las máquinas en sus vidas sin entrar a reflexionar sobre los efectos que estas puedan provocar sobre la salud y el medio ambiente; y menos aún qué máquinas, con iguales prestaciones, serán las más idóneas en aras de la preservación de un entorno más ecológico y saludable.

⁴ Al respecto, se sugiere la lectura de los siguientes artículos:

Diario El País (2005). *El Defensor del Menor de Madrid alerta del uso adictivo del móvil entre los adolescentes*. Edición PAÍS.es/Sociedad (24-05-2005). Consultado el 25-01-2007.

García-Carmona, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica I: un análisis desde los textos escolares en la enseñanza básica de la Electrónica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 375-388.

⁵ Se sugiere la lectura de García-Carmona, A. (2006). Interacciones CTS en el aprendizaje del electromagnetismo: Una experiencia para el desarrollo de actitudes de responsabilidad. *Investigación en la Escuela*, 58, 79-91.

Pero es probable que alguno mencione ya la posibilidad de coches que no “echan humo” o dióxido de carbono (con paneles solares, con baterías eléctricas, etc.), pues hay mucha información, al respecto, en TV, Internet, revistas,...

Hasta el momento, los estudios dedicados a conocer las opiniones de escolares sobre qué máquinas –y hábitos en su uso–, son más saludables y respetuosas con el entorno (como, por ejemplo, que el uso de la bicicleta, frente al coche de gasolina, tiene la ventaja de que permite hacer ejercicio físico, su energía de accionamiento favorece el desarrollo sostenible, y no contamina al medio ambiente) se han circunscrito a la etapa de Educación Secundaria, principalmente. Sería, por tanto, necesario auspiciar estudios que abordaran el análisis de las ideas de escolares de Primaria sobre el tema. No obstante, si se realizasen, es posible que se hallasen, entre otras ideas, un reflejo de las creencias populares. Por ejemplo, la prevención existente en torno a los cables de alta tensión (de sólo 50Hz de frecuencia), y la escasa conciencia, como decíamos antes, de la cuestionable inocuidad de fuentes de radiación de alta frecuencia, como las de la telefonía móvil (la frecuencia de la radiación que emiten las antenas y teléfonos entre 900 y 1.800 MHz (¡megahercios!).

5. ¿QUÉ CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS ES PRIORITARIO Y QUÉ PROBLEMAS INVESTIGAR AL RESPECTO?

En este capítulo hacemos una propuesta del conocimiento escolar deseable, en torno a las máquinas y artefactos, para contribuir al desarrollo de las competencias básicas, en especial la competencia científica, en los escolares de Primaria. Con este propósito, plantearemos una selección de ese conocimiento deseable tratando de responder a *qué saber* (conceptos, hechos y fenómenos), *qué saber hacer* (procesos, habilidades, técnicas,...) y *cómo ser* (valores, actitudes, normas...), en relación con las máquinas y artefactos. En este proceso, especificaremos los conocimientos que consideramos prioritarios para cada nivel y el modo en que podría progresar la construcción de tales conocimientos a lo largo de la etapa (hipótesis de progresión del conocimiento).

Partiremos del conocimiento escolar sobre las máquinas y artefactos que sería deseable que poseyera un alumno al acabar la Educación Primaria; es decir, el derivado de la investigación escolar de los problemas generales de este ámbito expuestos en el capítulo 3. Esas cuestiones generales, organizadas desde la lógica de la materia, no se corresponden con las que se suelen plantear en este campo los escolares de primaria. Por ello, expondremos a continuación ejemplos de cuestiones más específicas y cercanas a su entorno habitual y algunas ideas acerca de la forma en que podemos establecer relaciones entre estos problemas más concretos y los problemas generales del ámbito.

PROBLEMAS GENERALES SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

Las cuestiones generales que constituyen el hilo conductor para la construcción del conocimiento escolar deseable en este ámbito, en Primaria, son las siguientes:

- ① **¿Qué es una máquina y para qué sirve?**
- ② **¿Qué tipos de máquinas existen?**
- ③ **¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo?**
 - ¿Cómo funcionan las máquinas simples, herramientas, mecanismos...?
 - Además de operadores mecánicos ¿qué otros tipos de operadores existen?
 - En función del uso, ¿qué tipos de máquinas podemos considerar?
 - ¿Qué tipos de energía suelen alimentar a las máquinas?
 - Considerada la alimentación energética como “entrada” en una máquina, ¿qué se suele obtener a la salida?
- ④ **¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia?**
 - ¿Cómo han evolucionado algunas máquinas muy frecuentes en nuestra vida cotidiana?
 - ¿Qué factores han producido esa evolución?
- ⑤ **¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad?**
 - ¿Qué papel tienen las máquinas en nuestras vidas?
 - ¿Qué papel tienen las máquinas en la vida de la humanidad?
- ⑥ **¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas?**
 - ¿Cómo hacer un uso saludable de las máquinas?
 - ¿Cómo hacer un uso de las máquinas compatible con un mundo sostenible y solidario?
- ⑦ **¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno?**

Estas preguntas ayudarán a que los escolares de Primaria lleguen a construir ideas adecuadas sobre los conceptos de “operador tecnológico”, máquina, mecanismo, máquina hidráulica, eléctrica, térmica, etc. No obstante, el camino hacia esa construcción se puede plantear de un modo más acorde con la forma de pensar y reflexionar de los niños y niñas. Por ejemplo, abordando las preguntas que les surjan a ellos sobre el ámbito, y luego diseñando, a partir de éstas, la secuencia de enseñanza pertinente para construir los conocimientos deseables.

PROBLEMAS ESPECÍFICOS Y PROBLEMAS GENERALES

El ámbito de las máquinas puede suscitar en el aula –y fuera de ella– multitud de cuestiones susceptibles de ser abordables en el contexto de una investigación escolar. Sin embargo, puede resultar clarificador disponer de un banco de preguntas específicas que sean interesantes para los escolares de Primaria y que sirvan de base para el desarrollo de secuencias didácticas atractivas para ellos. A continuación presentamos una muestra de estos problemas específicos más cercanos a los escolares, relacionados con juguetes, máquinas domésticas (herramientas, electrodomésticos,...), medios de transporte y comunicación, máquinas que nos ayudan a construir grandes cosas (por ejemplo, grúas), etc. Ejemplos:

- ¿Qué beneficios y perjuicios tiene la *Wii* frente a otros aparatos/juguetes?
- ¿Cómo se produce luz con la dinamo de una bicicleta?
- ¿Podemos subir hasta cierta altura un objeto pesado sin mucho esfuerzo?
- ¿Cómo podemos construir una máquina que sirva para elevar objetos?
- ¿Cómo hace el volante para que gire el coche?
- ¿Qué diferencias existen entre los coches actuales y los antiguos?
- ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene, frente al coche, desplazarnos en bici por las ciudades?
- ¿Cómo se obtienen las imágenes en una cámara fotográfica?
- ¿Cómo podemos construir una máquina de fotos casera?

Lógicamente, dentro de la infinidad de cuestiones interesantes que pueden plantearse en clase en torno a las máquinas, habrá que promover la selección¹ de aquellas cuya investigación y comprensión sea más asequible para los escolares de esta etapa educativa. Igualmente, aquellos problemas que, en cada momento o situación educativa, presenten mayor potencial didáctico; esto es, que contribuyan, en mayor medida, a la construcción de los conocimientos prioritarios (conceptuales, de procedimiento y de actitud) establecidos para el curso.

Es necesario tener presente, también, con qué problemas generales se relaciona cada problema concreto y cercano a los escolares. En el cuadro siguiente (tabla 5.1) presentamos ejemplos de la relación entre los problemas generales que atañen a algunos de los problemas específicos anteriores. Puede observarse que diversos problemas específicos son equivalentes en cuanto a su relación con los problemas generales prioritarios.

¹ Para profundizar en los criterios para la selección de objetos de estudio, ver Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005) *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada. (pp. 55 a 58)

| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | PROBLEMAS GENERALES |
|--|---|
| <p>¿Qué beneficios y perjuicios tiene la Wii frente a otros aparatos/juguetes?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |
| <p>¿Cómo se produce luz con la dinamo de una bicicleta?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |
| <p>¿Cómo podemos subir hasta cierta altura un objeto pesado sin mucho esfuerzo?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |
| <p>¿Cómo hace el volante para que gire el coche?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |

| | |
|---|---|
| <p>¿Qué diferencias existen entre los coches actuales y los antiguos?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |
| <p>¿Qué ventajas e inconvenientes tiene, frente al coche, desplazarnos en bici por las ciudades?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |
| <p>¿Cómo se obtienen imágenes en una cámara de fotografía?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |
| <p>¿Cómo podemos construir una máquina de fotos casera?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? 3. ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la Historia? 5. ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |

Tabla 5.1. Ejemplos de la relación entre algunos problemas específicos y los generales del ámbito.

En el siguiente apartado se aborda analíticamente la tarea de definir qué conocimientos se consideran más interesantes promover en este ámbito de investigación escolar.

CONOCIMIENTOS PRIORITARIOS EN EL ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

El objetivo prioritario de este ámbito es que los escolares, entre 6 y 12 años, incorporen a su trabajo en la escuela datos, conceptos, procedimientos y actitudes sobre las máquinas y artefactos, con el fin de que todo ello pueda contribuir al desarrollo de sus competencias básicas, con especial énfasis en la competencia científica.

En la selección de los conocimientos para la etapa de Educación Primaria, se ha tenido en cuenta: (1) las características específicas de esta área conocimiento científico, (2) las características psico-cognitivas de los escolares a quienes van dirigidos, y (3) el potencial didáctico de tales contenidos con vistas a contribuir al desarrollo de las competencias básicas establecidas para la etapa. Para ello, hemos revisado y analizado lo siguiente:

- Diseños curriculares oficiales y libros de texto de Primaria.
- Estudios acerca de cómo construye el alumno nociones sobre las máquinas (capítulo 4), y estudios sobre experimentaciones curriculares en temáticas similares.
- Aportaciones del conocimiento científico-tecnológico y de las ciencias sociales sobre el impacto de las máquinas en nuestras vidas.
- Guías de las cajas de materiales para uso infantil y didáctico de firmas como *Imaginarium* y *Lego*.

Conocimiento de datos útiles y concretos sobre máquinas y artefactos presentes en las experiencias cotidianas de los escolares

Como venimos reiterando, la finalidad educativa de éste ámbito de investigación es que los escolares desarrollen un conocimiento general, básico y útil, en relación con las máquinas de su entorno cotidiano. Sin embargo, para lograrlo es importante, también, que los escolares conozcan datos concretos y se familiaricen con el manejo e interpretación de dichos datos². Por ejemplo, conocer

² Que se pueden recopilar inspeccionando el aparato y que los escolares se acostumbren a identificar el valor de la potencia en Watios, entre el resto de especificaciones del dispositivo.

la potencia eléctrica y el voltaje de los electrodomésticos y de juguetes eléctricos permite: saber qué fuente de alimentación es necesaria en cada caso, comprobar si la potencia eléctrica contratada en casa es la adecuada, ver qué pilas o baterías son necesarias como recambio para el funcionamiento de los aparatos, etc. Asimismo, la familiaridad con dichos datos permitirá sopesar qué aparato puede ser más conveniente comprar desde el punto de vista del ahorro energético y, por tanto, económico y ecológico. Igualmente puede ser útil manejar tablas de datos (fácilmente accesibles en Internet), sobre la potencia desarrollada por el cuerpo humano en actividades cotidianas (dormir, estudiar, andar,...) y comparar los valores con los de máquinas habituales como una bicicleta, una moto o una bati-dora, . De esta forma se aprovecha la potencialidad del pensamiento analógico y comparativo en el aprendizaje de conceptos científico-tecnológicos.

Será del mismo modo interesante establecer, como informaciones estándares, aquellas ideas-clave del ámbito que integren diferentes conceptos básicos referidos a un mismo proceso o fenómeno relacionado con las máquinas y que sirvan de base para el análisis de procesos más complejos sobre las mismas. Por ejemplo, en relación con la energía en las máquinas: “Para que una máquina funcione, es necesaria una aportación externa de energía”, “cada máquina necesita una determinada fuente que le proporciona el tipo de energía apropiada para su funcionamiento”, “la máquina transforma en energía útil la energía suministrada para su funcionamiento”, “parte de la energía suministrada a la máquina no es aprovechable (se degrada), transfiriéndose a otros sistemas y al medio mediante calor, ruido, vibraciones...” etc. Con estas ideas presentes, se puede interpretar, por ejemplo, que cuando usamos un abridor, para quitar la chapa de una botella, estamos usando una palanca (máquina simple). Que en un extremo de ella ejerceremos una fuerza que se multiplica en el otro extremo, venciendo así la resistencia del material de la chapa, lo que permite separarla de la boca de la botella. Desde el punto de vista energético, la energía muscular aportada se transforma en la energía útil o trabajo de apertura de la chapa. El ‘click’ que se escucha, la elevación de la temperatura de la chapa (aunque sea escasamente perceptible) y de lo que la rodea, dan cuenta de la energía degradada.

Conceptos prioritarios

A partir de los problemas generales, podemos establecer los conceptos prioritarios que, en un nivel de formulación convenientemente, deberán desarrollar los escolares de Primaria para construir el conocimiento deseable en torno a las máquinas y artefactos. En la siguiente tabla explicitamos tales conceptos (numerados para su mejor organización), derivados de cada uno de los problemas.

| PROBLEMA GENERAL | CONCEPTOS | |
|--|---|--|
| 1. ¿Qué es una máquina y para qué sirve? | MÁQUINA (1) SISTEMA TECNOLÓGICO (2) | VENTAJA MECÁNICA (3) PRECISIÓN (4) |
| 2. ¿Qué tipos de máquinas existen? | OPERADOR TECNOLÓGICO (5) [Mecánico (5.1), Eléctrico (5.2), Óptico (5.3), Neumático (5.4), Hidráulico (5.5), Electrónico (5.6)] MÁQUINA SIMPLE (20) PALANCA (21) | RAMPA (22) RUEDA – EJE (23) POLEA (24) ENGRANAJE (25) HERRAMIENTA (26) MÁQUINA COMPLEJA (27) |
| 3. Cómo funciona una máquina y que necesita para hacerlo? | OPERADOR TECNOLÓGICO (5) [Mecánico (5.1), Eléctrico (5.2), Óptico (5.3), Neumático (5.4), Hidráulico (5.5), Electrónico (5.6)] Estructura (6) CHASIS (7) MECANISMO (8) SISTEMA DE CONTROL (9) MOTOR (10) TRANSMISIÓN MECÁNICA (17) MOMENTO DINÁMICO (19) POTENCIA (29) TRABAJO (30) RENDIMIENTO ENERGÉTICO (28) TEMPERATURA (32) VELOCIDAD [LINEAL] (11) VELOCIDAD DE GIRO (12) FUERZA (13) ENERGÍA [CONSERVACIÓN, DEGRADACIÓN, TRANSFERENCIA, TRANSFORMACIÓN] (14) | TIPOS DE ENERGÍA(15) [Térmica (15.1), Química (15.2), Nuclear (15.3), Luminosa (15.4), Eléctrica (15.5), Magnética (15.6), Cinética (15.7), Potencial (15.8), Interna (15.9), Radiante (15.10)] FUENTES DE ENERGÍA (16) [combustible fósil (16.1), Hidráulica (16.2), Eólica (16.3), Mareomotriz (16.4), Nuclear (16.5), Geotérmica (16.6), Solar (16.7), Renovable (16.8), No renovable (16.9)] ELEMENTOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN (18) VENTAJA MECÁNICA (3) CALOR (31) |
| 4. ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia? | MÁQUINA (1) SISTEMA TECNOLÓGICO (2) RENDIMIENTO ENERGÉTICO (28) DESARROLLO TECNOLÓGICO (34) | FUENTES DE ENERGÍA (16) [Combustible fósil (16.1), Hidráulica (16.2), Eólica (16.3), Mareomotriz (16.4), Nuclear (16.5), Geotérmica (16.6), Solar (16.7), Renovable (16.8), No renovable (16.9)] |

| | | |
|---|--|---|
| 5. Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? | FÁBRICA (33) DESARROLLO INDUSTRIAL (35) | HERRAMIENTA (26) CONTAMINACIÓN (39) |
| 6. ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? | SALUD (36) SOSTENIBILIDAD (37) | IMPACTO AMBIENTAL (38) CONTAMINACIÓN (39) |
| 7. ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? | SALUD (36) SOSTENIBILIDAD (37) IMPACTO AMBIENTAL (38) CONTAMINACIÓN (39) RENDIMIENTO ENERGÉTICO (28) ENERGÍA (14) [Conservación, Degradación, Transferencia, Transformación] TIPOS DE ENERGÍA(15) [Térmica (15.1), Química (15.2), Nuclear (15.3), Luminosa (15.4), Eléctrica (15.5), Magnética (15.6), Cinética (15.7), Potencial (15.8), Interna (15.9), Radiante (15.10)] | FUENTES DE ENERGÍA (16) [Combustible fósil (16.1), Hidráulica (16.2), Eólica (16.3), Mareomotriz (16.4), Nuclear (16.5), Geotérmica (16.6), Solar (16.7), Renovable (16.8), No renovable (16.9)] |

Tabla 5.2. Conceptos prioritarios relacionados con los problemas generales del ámbito de máquinas y artefactos.

Con el objeto de ofrecer una visión global y esquemática de las conexiones existentes entre los conceptos prioritarios mostrados en la tabla 5.2, presentamos el diagrama conceptual de la figura 5.1 de la página siguiente:

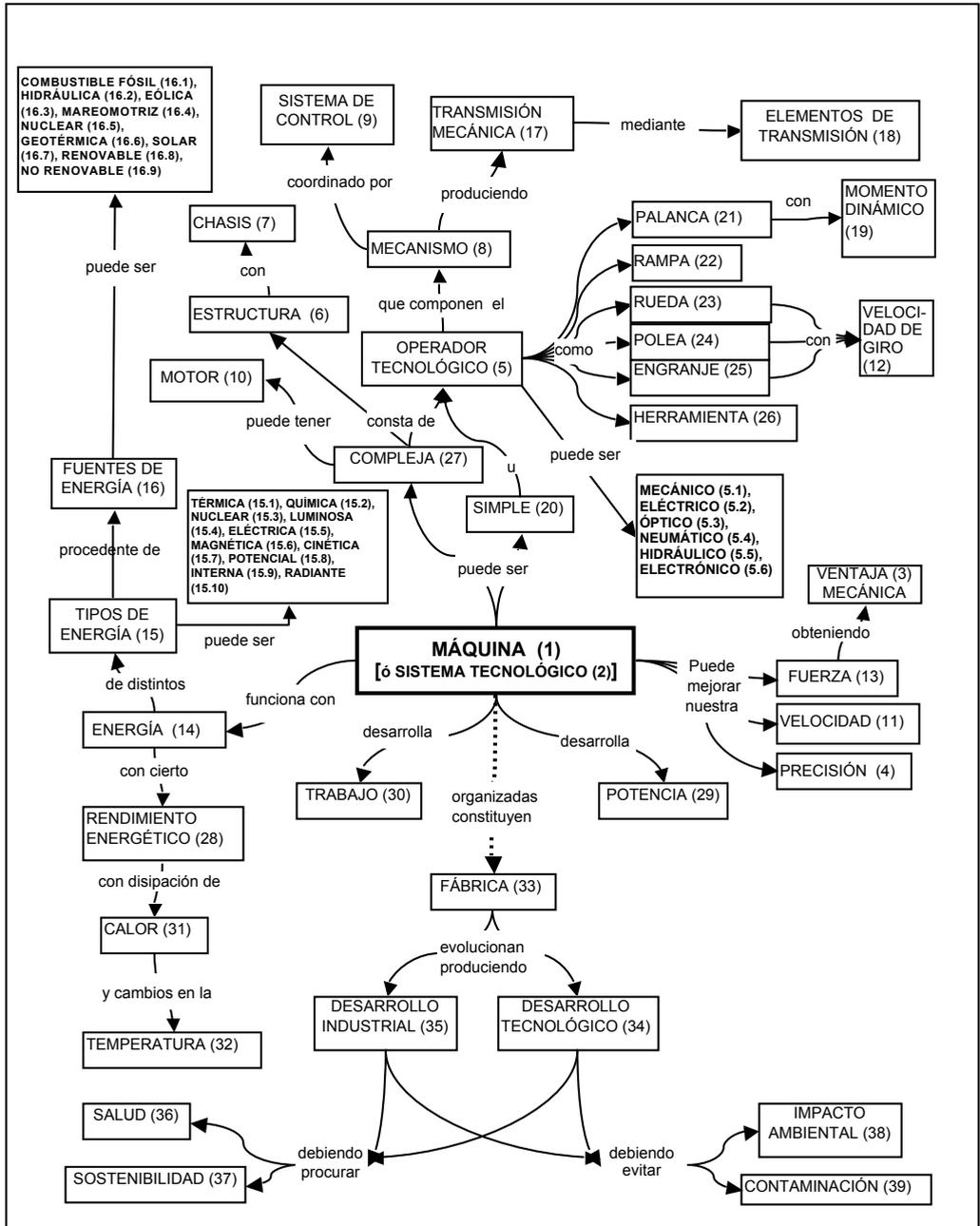


Figura 5.1. Diagrama conceptual relativo a las máquinas y artefactos para Educación Primaria.

HIPÓTESIS DE PROGRESIÓN CONCEPTUAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO ESCOLAR DESEABLE EN TORNO A LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

A modo de hipótesis, en lo que sigue proponemos una posible progresión de la introducción y tratamiento de cada concepto, según tres niveles de complejidad. No obstante, conviene decir que se omitirán algunos niveles de progresión en aquellos conceptos cuyo grado de abstracción no permita hacer una adaptación apropiada a los niveles más básicos de la etapa de Primaria.

Máquina (1) ó Sistema tecnológico (2)

- I. Usamos máquinas para hacer muchas cosas: tareas domésticas, trabajo, diversión...
- II. *Una máquina es un dispositivo que facilita el trabajo o cualquier otra actividad para la que ha sido diseñada; a menudo, también nos ahorra tiempo.* En muchos casos permite realizar una actividad imposible o muy difícil de realizar sin el uso de la misma (grúa, abridor,...).
- III. La máquina puede estar constituida por una sola pieza, o bien por un conjunto de elementos ensamblados, que utilizan una energía exterior para realizar un trabajo útil.
En la máquina podemos considerar una “entrada” de *energía* (energía eléctrica, energía proporcionada por los músculos, energía proporcionada por gasolina) y una “salida” energética o del trabajo que nos proporciona la máquina (hacer girar el tambor de la lavadora cargada de ropa mojada, transportar una carga,...).
La máquina es también un *sistema tecnológico*, es decir, un conjunto de componentes que funcionan conjuntamente para una función determinada: coser, mover aire, alumbrar, escribir, etc.

Máquina simple (20) / Máquina compleja (27)

- I. Una máquina simple tiene una sola pieza y una máquina compleja está constituida por varias piezas. Una palanca, como el abre-botellas, es una máquina simple.
- II. Las máquinas simples son elementos sencillos que, solos o combinados, constituyen una máquina compleja, que nos facilita el trabajo. Son objetos sólidos como barras, o ruedas, que se empezaron a usar desde los hombres más primitivos. Por ejemplo, las herramientas son máquinas.

III. La máquina simple es un dispositivo en el que tanto la energía que se suministra como la que se produce se encuentran en forma de trabajo mecánico (en vez de energía eléctrica, luminosa, etc....) y todas sus partes son sólidos rígidos. Existen seis tipos de máquinas simples: Tornillo, cuña, palanca, polea, rueda y eje y plano inclinado.

En una máquina compleja hay piezas de diferente clase. Hay piezas fijas donde se apoyan y sujetan el resto de los elementos (como el cuadro de una bicicleta). Hay partes móviles, como las poleas y engranajes, y partes por donde circula la corriente eléctrica o aire (en un acondicionador de aire) o líquidos (en los frenos), llamadas circuitos. A menudo, hay motores.

Energía (Transferencia, transformación, conservación y degradación de) (14)

- I. *Energía es lo que necesitan las cosas, las máquinas (coche teledirigido, vehículo, personas, teléfono móvil,...) para funcionar.* Esta definición es una primera aproximación introductoria a la noción de energía, considerada como combustible o como fuente de alimentación eléctrica. La energía permite los efectos que se producen en las máquinas (desplazamiento, emisión de sonidos,...).
- II. *Energía es la capacidad que posee un sistema para producir cambios.* El “funcionamiento” a que nos referíamos en el nivel I supone cambios en el propio dispositivo (sistema, máquina), o en otros sistemas con los que interacciona. El cambio más sencillo puede ser un cambio de posición (un vehículo se traslada). En el caso de una bombilla clásica, pasa de estar apagada y a temperatura ambiente a adquirir alta temperatura, emitiendo luz y disipando energía térmica a todo el ambiente circundante.
La energía se puede almacenar, y se puede convertir de un tipo de energía en otro.
- III. Los efectos producidos en las máquinas son el resultado de transmisiones y transformaciones de energía. Tanto si *se transfiere* de un cuerpo a otro (mediante un proceso de calor, por un proceso de trabajo, o mediante radiación) o si *se transforma* de un tipo de energía en otro, la energía siempre *se conserva* (no aparece ni desaparece), y parte (a veces toda) se desperdicia o *degrada*.

Tipos de energía³ (15)

- I. —
- II. La energía no siempre se hace perceptible de la misma forma, sino que puede manifestarse como luz, movimiento, calor, etc. Según esas manifestaciones, o según la fuente de donde proceda, podemos distinguir los siguientes tipos de energía:
 - Térmica* (15.1): asociada a la temperatura que posee un cuerpo.
 - Química* (15.2): la que almacena la gasolina, los alimentos, o la leña y se puede liberar, en parte, por transformación de materia, por ejemplo, cuando se quema leña.
 - Nuclear* (15.3): la producida a partir de sustancias radiactivas, como el uranio.
 - Luminosa* (15.4): la debida a la luz.
 - Eléctrica* (15.5): la generada por una batería, una placa fotovoltaica, una central eléctrica, etc.
 - Magnética* (15.6): la producida por un imán.
 - Cinética* (15.7): la debida al movimiento.
- III. La energía se puede almacenar, por ejemplo en una batería, en un muelle comprimido o cuando un cuerpo se encuentra a cierta altura respecto a la superficie de la Tierra. Estamos hablando de energía *potencial* (*eléctrica, elástica o gravitatoria*) (15.8). Por tanto, la energía de un sistema se puede clasificar en: *cinética*, debida a su movimiento y *potencial*, (gravitatoria, eléctrica o elástica). Si imaginamos el interior del sistema hablamos de energía *interna* (15.9), debida a la agitación térmica de las partículas que lo componen (energía cinética) y a las atracciones entre las partículas (energía potencial eléctrica). También se habla de energía *radiante* (15.10) para hacer alusión a la energía que transportan las ondas electromagnéticas, como la procedente del Sol, la que emite un microondas, o la que permite a los teléfonos móviles comunicarse entre sí.

Rendimiento energético (28)

- I. —
- II. Cuando una máquina consume menos energía que otra para hacer un mismo trabajo, se dice que su rendimiento es mayor que el de esa otra.

3 Tras consultar las recomendaciones dadas en la literatura acerca de qué clasificación de los tipos de energía hacer en las diferentes etapas educativas (Hernández Abenza 1992; Trejo 2000; Doménech et al. 2003; González 2006...), la que aquí proponemos es una posible opción para los escolares de Primaria.

- III. El rendimiento de una máquina indica qué proporción de la energía suministrada es capaz de aprovechar en su funcionamiento. Se suele expresar porcentualmente. Para que el rendimiento fuese del 100%, la máquina tendría que convertir toda la energía recibida en energía útil, es decir, que cada 100 Julios que recibiera, los convirtiera todos en energía útil. Pero esto es imposible porque no existe (ni existirá) la máquina perfecta que lo consiga. Lo que ocurre realmente es que de cada 100 Julios recibidos, la máquina sólo aprovecha una parte y el resto (la mayor parte) se desperdicia o degrada.

Fuentes de energía (16)

- I. La fuente de energía de una máquina es lo que le suministra la energía necesaria para que funcione (pila, batería, accionamiento manual, etc.).
- II. Según su origen, las fuentes de energía pueden ser: *combustibles fósiles* (16.1), como el carbón, petróleo y el gas natural; *hidráulica* (16.2), producida por movimiento o saltos de agua; *eólica* (16.3), ocasionada por el viento; *mareomotriz* (16.4), generada por el movimiento de las mareas; *nuclear* (16.5), originada en centrales nucleares; *geotérmica* (16.6), que aprovecha el calor procedente de zonas calientes del interior terrestre, y *solar* (16.7). Independientemente de donde obtengamos la energía y del tipo que sea, al final se transforma en energía eléctrica, que es como mejor suelen aprovecharla para su funcionamiento la mayoría de los aparatos y máquinas que utilizamos.
- III. Si el ritmo de regeneración de una fuente de energía es igual o más rápido que el de su consumo, se dice que esa fuente de energía es *renovable* (16.8). Un ejemplo es la fuente de energía solar. En caso contrario, la fuente de energía será *no renovable* (16.9). Un ejemplo de ésta es el petróleo, que sólo se consume y no se regenera, con lo cual, llegará un día en que se agote.

Operador tecnológico (5)

- I. —
- II. Las piezas básicas que componen a las máquinas se llaman operadores tecnológicos.
- III. Cada uno de los elementos que componen una máquina, o sistema técnico, se llama *operador tecnológico*. Cada operador tiene una función específica en la máquina. Según su funcionamiento, los operadores pueden ser: *mecánicos* (5.1), que acumulan energía (muelle) y/o transmiten fuerzas y movimientos (biela, manivela); *eléctricos* (5.2), que operan en circuitos

eléctricos (pila, fusible, resistencia,...); *ópticos* (5.3), como las lentes utilizadas en cámaras fotográficas; *neumáticos* (5.4), como la válvula de una rueda de aire; *hidráulicos* (5.5), como un grifo de agua; y *electrónicos* (5.6), que se diferencian de los eléctricos, fundamentalmente, en que por ellos circulan intensidades de corriente muy bajas.

Estructura (6)

- I. La estructura es el “esqueleto” que mantiene unidas las piezas de una máquina.
- II. Es el conjunto de piezas que sirve de soporte y conexión de un sistema tecnológico.
- III. La estructura de una máquina es el conjunto de elementos que se encuentran coordinados entre sí, con la finalidad de dar protección y soporte al resto de elementos que componen la máquina.

Chasis⁴ (7)

- I. El chasis o estructura de una máquina es lo que permite mantener todas sus piezas unidas.
- II. El chasis es el conjunto de piezas que sirve de soporte y conexión de un vehículo.
- III. El chasis de un vehículo da soporte y suspensión a la masa total del vehículo, además de sostener los sistemas de dirección, soportar el peso del motor y el sistema de frenos. También permite que se transmita el movimiento generado por el motor a las ruedas.

Mecanismo (8)

- I. —
- II. El conjunto de piezas elementales que hacen posible el movimiento en las máquinas se denomina *mecanismo*.
- III. El mecanismo de una máquina es el conjunto de operadores mecánicos, tanto rígidos como móviles, que se coordinan entre sí para hacer posible la transmisión de movimientos y/o cambios en el valor de fuerzas.

⁴ Consideramos que en los dos primeros niveles de complejidad, el chasis y la estructura de una máquina pueden considerarse como sinónimos, matizando, en todo caso, que el primero suele ser una denominación más específica de los vehículos, y el segundo, de las máquinas en general.

Transmisión mecánica (17)

- I. —
- II. Cuando al ponerse en movimiento alguna pieza de una máquina, ese movimiento se traslada a otras piezas de la máquina, se dice que hay una *transmisión mecánica*.
- III. La transmisión mecánica permite cambiar de unos tipos de movimiento a otros; por ejemplo, de un movimiento circular a otro rectilíneo; o de un movimiento oscilante recto (de “vaivén”), a uno de traslación en línea recta. En muchas ocasiones lleva acompañado, además, un cambio en la fuerza de accionamiento, pudiéndose obtener a la salida una fuerza de diferente magnitud y/o diferente sentido.

Elementos de transmisión (18)

- I. —
- II. Las piezas que permiten que los movimientos y las fuerzas se transfieran de unos puntos a otros en las máquinas se denominan *elementos de transmisión*.
- III. Los elementos de transmisión en una máquina son las piezas que hacen posible que se transfieran movimientos y fuerzas en ésta. Son elementos de transmisión las cadenas, ruedas dentadas, correas, poleas, etc.

Fuerza (13)

- I. Fuerza es lo que hacemos para mover objetos, empujándolos o tirando de ellos; o bien para detenerlos, si están en movimiento. También hacemos fuerza al deformar un objeto (como cuando estrujamos o estiramos plastilina).
- II. Fuerza es una acción que permite poner a un objeto en movimiento, o cambiarle el movimiento si ya se movía. También puede deformar a los objetos, o equilibrar otras fuerzas que estuvieran actuando sobre éstos.
- III. Cuando las fuerzas que actúan sobre un objeto no están equilibradas, el objeto verá acelerado (o frenado) su movimiento. A menudo existen fuerzas aunque nos se vean sus efectos: el suelo sobre el que pisamos esta ejerciendo una fuerza que soporta y contrarresta nuestro peso.

Ventaja mecánica (3)

- I. Cuando una máquina nos permite hacer un trabajo que, sin su uso cuesta mucho esfuerzo o imposible de hacer, decimos que ésta proporciona una ventaja mecánica.

- II. En las máquinas “multiplicadoras de fuerzas”, la ventaja mecánica es la capacidad que éstas tienen de aumentar la fuerza aplicada. Cuanto mayor sea esta ventaja en una máquina, menor será el esfuerzo que haya que hacer al usar dicha máquina.
- III. Es la capacidad que tiene una máquina para mover una carga. Se puede averiguar dividiendo el peso de la *carga*, que es capaz de elevar la máquina, entre la fuerza que ejerce la persona sobre la máquina: $V.M. = \text{carga} / \text{esfuerzo}$. Este cociente es mayor que la unidad en todas aquellas máquinas “multiplicadoras de fuerzas”.

Precisión (4)

- I. —
- II. Una de las ventajas de las máquinas es su *precisión*; es decir, que permiten hacer las tareas con más exactitud que sin la ayuda de éstas.
- III. La precisión de una máquina muestra la exactitud con que realiza la tarea, de forma que a medida que aumenta la precisión, los errores (en el trazado, en cualquier maniobra, etc.) son mínimos.

Velocidad (II)

- I. La velocidad de un objeto indica lo rápido o lento que éste se mueve.
- IV. La velocidad de un objeto indica con qué rapidez recorre distancias, es decir, si tarda mucho o poco en recorrer cierta distancia, o si en cierto tiempo recorre mucha o poca distancia.
- V. La velocidad es una magnitud física que indica si los cambios de posición de un móvil, a medida que transcurre el tiempo, son grandes o pequeños. Si se divide la distancia recorrida por el móvil entre el tiempo que tarda en recorrerla, conocemos su velocidad.

Velocidad de giro (12)

- I. La velocidad de giro de un objeto indica lo rápido o lento que éste da vueltas.
- II. La velocidad de giro de un objeto da idea de si tarda mucho o poco en dar una vuelta alrededor de un eje, o si en cierto tiempo da muchas o pocas vueltas.
- VI. La velocidad de giro es una magnitud física que da cuenta del número de vueltas que un objeto da en un determinado tiempo. Su valor resulta del cociente entre el número de vueltas dadas en cierto tiempo.

Potencia (29)

- I. —
- II. Hablamos de una máquina potente cuando es capaz de desarrollar un trabajo, o tarea, en poco tiempo.
- III. La potencia de una máquina indica la energía que consume la máquina en 1 segundo, o la energía que es capaz de proporcionar la máquina en 1 segundo. La potencia se mide en Watios (julios/segundo).

Trabajo (30)

- I. —
- II. Cuando empujamos o tiramos de una carga, y la desplazamos cierta distancia, decimos que hemos realizado un trabajo. Las máquinas mecánicas ayudan a realizar trabajos de manera más cómoda.
- III. El trabajo es una forma de transferencia de energía, que se produce al desplazar una carga cierta distancia mientras se ejerce una fuerza en la dirección de tal desplazamiento. En la palanca (Fig. 5.2) o en la rampa (Fig. 5.3) el trabajo es: fuerza x altura.

Temperatura (32)

- I. La temperatura es una propiedad que podemos apreciar con el sentido del tacto y el resultado percibido lo expresamos diciendo “lo caliente o frío que está un objeto”. (Si bien el tacto es engañoso).
- II. La temperatura es una propiedad de los cuerpos que podemos medir con un termómetro.
- III. La temperatura es una propiedad que indica el estado de agitación en que se encuentran las partículas que componen un sistema material. Se cumple que si dos cuerpos con distinta temperatura se ponen en contacto, ambos terminan igualando su temperatura, situándose el valor de ésta entre los que tenían inicialmente cada uno de los cuerpos.

Calor (31)

- I. —
- II. Calor es la energía que suministramos a un cuerpo para aumentarle su temperatura; o bien, la energía que desprende un cuerpo cuando se está enfriando (bajando su temperatura).

- III. Calor es una manera de transferencia de energía. Se transfiere calor entre dos cuerpos que tengan diferente temperatura. El calor se transfiere siempre desde el cuerpo más caliente al más frío, hasta que la temperatura de ambos cuerpos se igualen.

Palanca (2I)

- I. Cuando se usa una barra rígida y un punto de apoyo para levantar un objeto, se dice que se está utilizando una palanca.
- II. Las palancas constan de una barra rígida y un punto de apoyo. En un punto de la barra se hace la fuerza, y en otro punto de ésta aparece otra fuerza (generalmente mayor) que será la que sostenga o eleve una carga. Cuando el punto de apoyo de la palanca está a igual distancia del punto de aplicación de la fuerza y del punto donde se sitúa la carga, la fuerza que se consigue es la misma que la aplicada.
- III. Las palancas son máquinas simples, constituidas por una barra rígida y un punto de apoyo, que se utilizan como multiplicadoras de fuerzas. En todas las palancas se cumple la relación: *Fuerza aplicada x distancia AB = Carga (o Fuerza resistente) x distancia AC* (Ver Figura 5.2 en la página siguiente). Según la posición relativa entre el punto de aplicación de la fuerza, el punto de apoyo y el lugar donde se sitúa la carga, las palancas pueden ser de primer (Figura 5.1a), segundo (Figura 5.2b) o tercer género (Figura 5.2c).

Tanto en una palanca de primer género, (un abrebotellas) como en una palanca de segundo género (una guillotina para cortar un mazo de folios), se multiplica la fuerza que hacemos. El brazo humano, una caña de pescar, las pinzas de los cubitos, son palancas de tercer género donde hacemos más fuerza que la resistencia que es necesario vencer, pero ganamos maniobrabilidad.

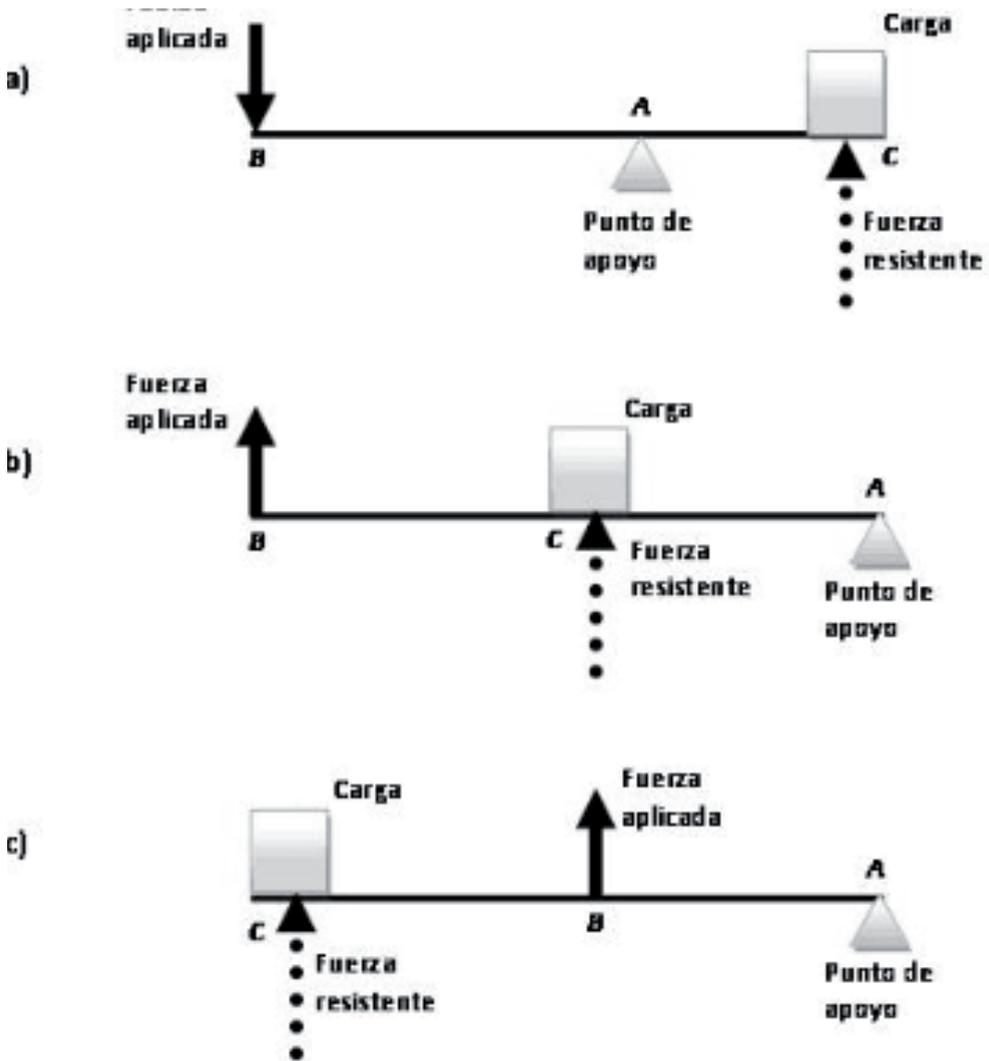


Figura 5.2. Esquemas básicos de palancas: a) palanca de primer género, b) palanca de segundo género y c) palanca de tercer género.

Rampa (22)

- I. En la antigüedad, cuando aún no existían grúas para elevar objetos pesados, se utilizaban rampas para facilitar dicha tarea.
- II. Cuando elevamos una carga cierta altura por una rampa de poca inclinación, necesitamos ejercer menos fuerza, pero recorrer más distancia, que si lo hacemos por una rampa más inclinada.

- III. En una rampa se compensa la disminución de la fuerza necesaria para elevar una carga, con un aumento de la distancia a recorrer para subirla por dicha rampa; dicho de otro modo, cuanto menos inclinación tenga la rampa para elevar una carga cierta altura, menos fuerza habrá que hacer para desplazar dicha carga, pero mayor distancia habrá que recorrer (Figura 5.3).

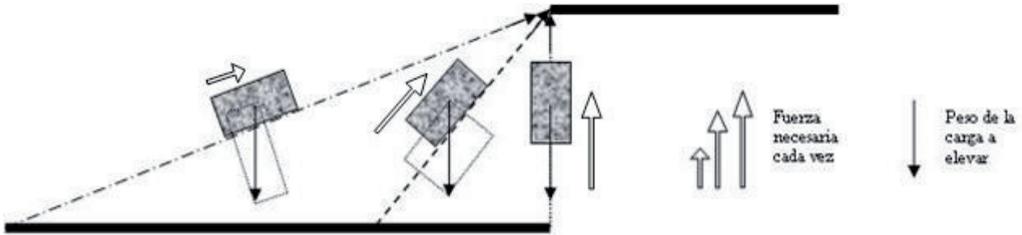


Figura 5.3. Variación de la fuerza aplicada para elevar una carga cierta altura, según la inclinación de la rampa por la que se eleva.

Rueda-eje (23)

- I. Las ruedas son piezas circulares que tienen las máquinas para facilitar su desplazamiento. Sin ruedas, constaría mucho más esfuerzo moverlas.
- II. Normalmente, las ruedas en las máquinas van unidas por su parte central a una barra rígida, llamada eje, que les facilita el giro, además de servirles de sujeción.
- III. Las ruedas pueden ir unidas a un eje de dos formas: rueda unida a un eje solidario (el eje y la rueda giran simultáneamente) y rueda ensartada por un eje (el eje está inmóvil, y la rueda gira alrededor de dicho eje). Las ruedas no sólo sirven en las máquinas para su desplazamiento, sino que también sirven para transmitir movimientos y fuerzas entre sus diferentes puntos.

Polea (24)

- I. Una polea es una rueda que tiene un canal a lo largo de todo su borde por donde se introduce la cuerda que la hace girar. Hay poleas en los tendederos de ropa.
- II. Una polea es una máquina simple consistente en una rueda acanalada en su periferia, por donde se coloca una cuerda, y ensartada por un eje sobre el que puede girar. Sirve para elevar pesos, o bien en máquinas más complejas como elemento de transmisión.

- III. Cuando se usa una sola polea con una cuerda para elevar pesos, no se reduce la fuerza que tenemos que ejercer para elevarlos, sólo cambiamos el sentido de la fuerza; lo cual resulta más ergonómico. Sin embargo, cuando se usan más de una polea, sí se puede reducir la fuerza a ejercer para subir pesos. Cuando se usan poleas con correa para transmitir un movimiento giratorio entre ejes, si las poleas tienen radios diferentes, las velocidades de giro de éstas serán distintas: cuanto mayor sea el radio de la polea, menor es el número de vueltas por unidad de tiempo, y viceversa.

Momento dinámico (19)

- I. —
II. —
III. El equilibrio en una palanca se cumple cuando, en cada brazo, se mantiene constante el siguiente producto: “*fuerza aplicada x distancia* (entre el punto de aplicación de la fuerza y el eje -o punto de apoyo-)”. A esta relación se le denomina *momento dinámico*.

Engranaje (25)

- I. Un engranaje es una rueda dentada que se encuentra en muchas máquinas.
II. Los engranajes en las máquinas son ruedas dentadas engarzadas entre sí (directamente entre sus dientes, o a través de una cadena), que se utilizan para transferir movimientos cambiando los sentidos y/o las velocidades de giro.
III. Cuando se unen dos engranajes, del mismo tamaño, directamente entre sus dientes, se consigue transferir un movimiento consistente en un cambio de sentido del giro. Cuando se unen dos engranajes de diferentes tamaños, además del cambio de sentido de giro se consigue un cambio en la velocidad de giro. Cuando dos engranajes de diferentes tamaños se unen mediante una cadena, se mantiene el sentido de giro, cambian las velocidades de giro y se obtiene una ventaja mecánica.

Herramienta (26)

- I. Las herramientas sirven para construir, montar o arreglar aparatos. Son herramientas un martillo, un destornillador, unas tenazas, ...
II. Las herramientas son máquinas sencillas que permiten aprovechar nuestra fuerza de forma eficaz para hacer un trabajo.

- III. Las herramientas son máquinas de uso generalmente manual, que facilitan la realización de tareas que, en su mayoría, serían imposibles de realizar sin su utilización. Existen herramientas simples, como el martillo, y herramientas complejas, como el taladrador.

Motor (10)

- I. Muchas máquinas tienen una parte llamada motor, que les permite funcionar por sí solas.
- II. Los motores necesitan un aporte de energía externa para funcionar, y son los responsables del movimiento autónomo de muchas piezas de las máquinas.
- III. El motor es un dispositivo de las máquinas que transforma cualquier tipo de energía entrante (eléctrica, eólica, etc.) en energía mecánica. Según la fuente de energía empleada para su funcionamiento, los motores pueden ser eléctricos, de combustión, solares, etc.

Sistemas de control (9)

- I. —
- II. Muchas máquinas hacen su función “ellas solas”, sin la intervención directa del hombre, es decir, son automáticas. Y para ello, necesitan tener instalado un *sistema de control*.
- III. El sistema de control es el encargado de coordinar y secuenciar convenientemente todas las tareas o acciones que debe realizar una máquina.

Fábrica (33)

- I. Antiguamente, los productos se elaboraban a mano, pieza a pieza, en talleres artesanales. Ahora se elaboran en lugares llamados fábricas, donde existen máquinas que pueden elaborar muchas unidades iguales mediante operaciones encadenadas.
- II. Las fábricas son lugares donde hay máquinas para producir grandes cantidades de objetos o productos en serie. Esto hace que los productos sean más baratos que los hechos en talleres artesanales, donde los productos se elaboran a mano (cada producto es ‘único’) y en pequeñas cantidades (se tarda más en elaborar cada producto).
- III. Las fábricas son sistemas dotados de la maquinaria, herramientas e instalaciones necesarias para construir objetos en serie, elaborar en serie determinados productos, o transformar industrialmente ciertas fuentes de energía.

Desarrollo tecnológico (34)

- I. —
- II. Desde la prehistoria, el hombre ha ido resolviendo sus problemas de supervivencia, gracias a una mejora paulatina de técnicas para inventar máquinas y artefactos, o perfeccionar aquellos ya existentes; de desarrollo del conocimiento científico; del uso de recursos naturales con ayuda de máquinas y artefactos; etc. A esta mejora progresiva se le denomina desarrollo tecnológico.
- III. Con el desarrollo tecnológico actual se han conseguido importantes avances en diversos campos como la medicina, las comunicaciones, la industria, etc., que han supuesto un alto grado de bienestar. Pero este desarrollo tecnológico no se ha producido al mismo ritmo, o por igual, en todas las partes del mundo. Esto ha contribuido, en muchos casos, a acentuar aún más las desigualdades que existen entre los países del primer y tercer mundo. Asimismo, el desarrollo tecnológico no siempre se ha producido en forma saludable y sostenible de explotación de recursos, sino que ha generado problemas socio-ambientales. Incluso, en muchos casos las motivaciones que han impulsado el desarrollo de ciertos campos científico-tecnológicos no han respondido a necesidades de bienestar sino a intereses económicos o de poder.

Desarrollo industrial⁵ (35)

- I. —
- II. El cambio de actividades manuales y artesanales a actividades realizadas con la ayuda de máquinas en fábricas, se llama desarrollo industrial.
- III. El desarrollo industrial cumple un papel muy importante en la innovación tecnológica, en la investigación y en el desarrollo de las actividades, que son el eje central para el desarrollo económico y social de cualquier ciudad, región o país. Existe una interdependencia entre el desarrollo social y el desarrollo industrial. La industrialización propicia, directa o indirectamente, la creación de puestos de trabajo, la erradicación de pobreza, o el acceso a una mejor educación y salud, entre otros aspectos. Si bien, uno de los retos actuales del desarrollo industrial es lograr que su impacto en el medio ambiente sea inocuo y saludable.

⁵ Para completar las definiciones de los conceptos 34, 37, 38 y 39, se sugiere la consulta de libro Travé, G. (2006), *Investigando las actividades económicas*. Proyecto curricular INM (6-12). Sevilla, Díada.

Salud (36)

- I. Una persona tiene salud cuando no está enferma, o se pone enferma muy rara vez.
- II. La salud es lo contrario de enfermedad. Aunque una persona tenga determinados síntomas o signos desfavorables (dolor, dificultades físicas, mentales, etc.), se considera sano si estos síntomas no le impiden integrarse plenamente en una actividad normal, familiar, profesional y social.
- III. Tener salud implica poder realizar todas las actividades diarias sin dificultad, esto es, carecer de problemas de movilidad, de respiración, de problemas mentales, etc. Para la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, la salud es “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de molestias o enfermedades”.

Sostenibilidad (37)

- I. —
- II. El uso irresponsable de máquinas provoca que algunas fuentes de energía se agoten más rápidamente, además de provocar contaminación ambiental. La sostenibilidad consiste en utilizar las máquinas con responsabilidad, de manera que puedan preservarse para las generaciones futuras esas fuentes de energía y un entorno saludable.
- III. El desarrollo económico y tecnológico no sólo supone un mayor bienestar; también tiene consecuencias negativas para la salud y el medio ambiente. El crecimiento, en gran parte desmedido o desproporcionado, del uso de energía y materiales está ocasionando un agotamiento acelerado de los recursos naturales y un deterioro ambiental irreversible, en muchos casos. La sostenibilidad es el *desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*. Por tanto, conlleva la idea de un desarrollo y mejora cualitativa de la forma de vida sin *crecimiento desmedido*; es decir, sin un consumo de energía ni de materiales más allá de lo estrictamente necesario, a fin de preservar el futuro del planeta y la vida de sus habitantes.

Impacto ambiental (38)

- I. —
- II. Cualquier efecto producido por la acción del hombre, generalmente a través del uso de máquinas, industrias, etc., sobre el medio ambiente se denomina impacto ambiental.

- III. El desarrollo tecnológico alcanzado en el último siglo ha contribuido al desarrollo socio-económico y de bienestar que al menos los países del primer mundo conocen. Sin embargo, dicho desarrollo ha conllevado también, en muchos casos, un impacto negativo sobre la salud y el medio ambiente, caracterizado por una sobreexplotación de recursos naturales no renovables; la emisión al ambiente de residuos (sólidos, líquidos o gaseosos) contaminantes y no degradables; la destrucción de espacios naturales, así como la desaparición acelerada de especies animales y vegetales.

Contaminación (39)

- I. La contaminación es la presencia, en el medio ambiente, de sustancias ajenas a éste, generalmente provenientes de actividades humanas, que son perjudiciales.
- II. Se produce contaminación cuando se “vierte” cualquier sustancia (sólida, líquida o gaseosa) o energía (calor, ruido, radiactividad, etc.) al medio ambiente, en cantidades superiores a las que éste puede asumir. Muchas máquinas y fábricas actuales contribuyen a ello.
- III. Existe contaminación debida a las máquinas o las industrias cuando éstas emiten al medio ambiente sustancias y energía hasta un grado capaz de perjudicar la salud de las personas, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivos, deteriorar la estructura y características del ambiente, o dificultar la regeneración de los recursos naturales. Se suelen distinguir cinco tipos de contaminación: atmosférica, del agua, de los suelos, acústica y radiactiva.⁶

RELACIONES CONCEPTUALES PRIORITARIAS

Si bien el diagrama conceptual de la figura 5.1 ofrece una visión global de las principales relaciones entre los conceptos básicos señalados anteriormente, en lo que sigue expresamos explícita y pormenorizadamente dichas relaciones.

- Una **máquina** (1), o **sistema tecnológico** (2) (denominación más “técnica o especializada”), nos facilita la realización de ciertas tareas, por ejemplo,

⁶ Actualmente también se habla de contaminación lumínica, ocasionada por la gran iluminación de las ciudades, que impide visualizar el cielo estrellado. Si bien, optamos por posponer su introducción a la etapa de ESO (12-16 años).

multiplicando la **fuerza** (13) aplicada para obtener una **ventaja mecánica** (3). También permiten aumentar la **velocidad** (11) de ejecución de una determinada tarea y/o con mayor **precisión** (4). Otras permiten cambiar la dirección y/o sentido del movimiento de piezas para lograr la tarea deseada, por ejemplo, transformar la **velocidad de giro** (12) de un dispositivo en **velocidad** (11) lineal, y viceversa.

- Las **máquinas** (1) necesitan **energía** (14) para funcionar. A su vez, desarrollan una tarea, que, a menudo, podemos determinar y cuantificar mediante un **trabajo** (30) (mecánico, eléctrico, químico, termodinámico...). La **potencia** (29) de una **máquina** (1) da cuenta de su capacidad para utilizar la energía y/o transformar más o menos rápidamente **energía** (14) en **trabajo** (30). A veces, las **máquinas** (1) reciben unos **tipos de energía** (15) y la transforman en otros tipos. La **energía** (16) se obtiene de diferentes **fuentes de energía** (16), como pueden ser los combustibles fósiles, la luz solar, el viento, los saltos de agua de un río, etc.
- El balance entre lo que necesita una **máquina** (1) para funcionar y la eficiencia con que realiza su tarea se puede cuantificar mediante un cociente tipo “lo que aporta / lo que recibe”. Ese cociente, expresado como porcentaje entre la **energía** (14) recibida y el **trabajo** (30) desarrollado, se denomina **rendimiento energético** (28). Es decir, desafortunadamente, las **máquinas** (1) no aprovechan al 100% la **energía** (14) que reciben, sino que una parte importante de ésta no la aprovechan y se disipa, por ejemplo, mediante un proceso de **calor** (31); lo cual se manifiesta con un aumento indeseado de la **temperatura** (32) de las piezas de la **máquina** (1) y del aire de sus alrededores.
- Las **máquinas** (1) pueden ser **simples** (20) o **complejas** (27). Por tradición, desde los griegos, se denominan **máquinas simples** (20) a los artefactos mecánicos elementales como la **palanca** (21), la **rampa** (22), la **rueda** (23), la **polea** (24) y el **engranaje** (25). Dentro de la nomenclatura de la Tecnología actual, estas **máquinas** (1) suelen ser piezas elementales de **máquinas más complejas** (27) y se denominan **operadores tecnológicos** (5), entre los que se incluyen las **herramientas** (26). El movimiento de rotación de determinados artefactos mecánicos simples, como la **palanca** (21), se explica a partir del **momento dinámico** (19).
- Las **máquinas complejas** (27) están dotadas de **estructura** (6) y **chasis** (7) donde se engarzan y organiza el funcionamiento de los **operadores tecnológicos** (5). En las **máquinas** (1) automáticas ese funcionamiento es accionado y coordinado por un **sistema de control** (9). A todo ese conjunto piezas (operadores) con su funcionamiento específico se le denomina **me-**

canismo (8) de la **máquina** (1). Las **máquinas** (1) que transmiten **fuerza** (13) y movimiento poseen piezas rígidas de **transmisión mecánica** (17), como pedales, cadenas y ruedas dentadas, también denominados **elementos de transmisión** (18).

- A menudo, las **máquinas** (1) contienen una componente que genera el movimiento de la **máquina** (1), a partir de un aporte externo de **energía** (14). A ese componente se le denomina **motor** (10). En el caso de un automóvil, el **motor** (10) más habitual, hoy día, es el de combustión, y en los electrodomésticos, el eléctrico.
- Desde que, históricamente, se produjera el **desarrollo industrial** (35), las **máquinas** (1), agrupadas y coordinadas en sistemas de **máquinas** (1), denominados **fábricas** (33), producen grandes cantidades de productos en serie. Esto rompió con el hecho de tener que hacer los productos uno a uno y con gran dependencia de la actuación directa de la mano humana.
- Los **desarrollos industrial** (35) y **tecnológico** (34) han supuesto la sofisticación de las **máquinas** (1) para una fabricación de productos de manera más sencilla, barata y eficaz. Asimismo, han propiciado, por ejemplo, grandes avances en la medicina, en aras de preservar la **salud** (36) de las personas. Sin embargo, también han producido efectos colaterales como un **impacto ambiental** (38) que, a menudo es perjudicial, como es el debido a la **contaminación** (39). De ahí que se hable de **sostenibilidad** (37), en el sentido de promover un desarrollo, mejora cualitativa o despliegue de potencialidades, pero preservando los recursos para las generaciones venideras; es decir, sin la incorporación de mayor cantidad de **energía** (14), ni de materiales, procedentes de fuentes y recursos no renovables.

Hay algunas relaciones semicuantitativas que pueden resultar muy útiles para entender adecuadamente cómo funcionan las máquinas. Entre los elementos de un mecanismo, un alumno puede establecer relaciones causales sencillas, que tiendan a explicar su funcionamiento (este engranaje mueve aquél, etc.). Pero se puede ir más allá en Educación Primaria e iniciar a los escolares en las relaciones cualitativas existentes entre las magnitudes que intervienen en las máquinas. Asimismo, al estudiar las máquinas como sistemas, se pueden hacer balances entre las entradas y salidas (de energía y/o materia) en el sistema.

Si nos centramos en dispositivos mecánicos, hay elementos que mueven o llevan el peso de la tracción para transportar la carga una determinada distancia, y otros elementos que son conducidos o movidos por aquellos. Por tanto, existe una relación *jerárquica* entre los roles de los primeros y los de los segundos. La manivela que sirve para subir o bajar persianas, o los pedales de la bicicleta, son

elementos donde se produce la entrada de la energía (a causa de la fuerza humana) en la máquina. En otro lugar de estas máquinas, la polea rígidamente unida al eje que enrolla la persiana, en el primer caso, o el piñón unido a la rueda trasera, en el segundo, parte de esa energía aportada (el resto se pierde) es *consumida* por éstas para desarrollar el trabajo de mover sus respectivas cargas.

En los dispositivos eléctricos, también existe una relación *jerárquica* en cuanto a que determinados elementos, como las fuentes de alimentación, proporcionan la energía; mientras que, en otros, la energía se transforma según la utilidad: una resistencia que disipa energía térmica, una bombilla, un motor que gira, etc.

Merece la pena que los escolares vayan adquiriendo una idea precursora del abstracto concepto de *trabajo*, que es, junto al calor y la radiación, un modo de transferencia de la energía entre sistemas. Esa noción precursora del trabajo se puede ir construyendo prestando atención a que, muy a menudo, las relaciones que se dan entre parejas de *fuerza–distancia* son de tipo compensatorio (de proporcionalidad inversa), es decir, del tipo *a mayor brazo de palanca, menor fuerza a ejercer*. Estas relaciones, más adelante se podrán resumir en una de carácter más general y abstracto, que en las máquinas simples, como las palancas, se puede verificar fácilmente: la conservación del trabajo proporcionado por éstas. Se podrá verificar cómo se mantiene constante ese trabajo de una forma cualitativa, contemplando que se conserva el producto *‘fuerza (aplicada) x distancia*.

Con máquinas multiplicadoras de fuerzas como una palanca, un sistema rueda–eje, un plano inclinado etc., somos capaces de mover con relativa facilidad cargas pesadas. Pues bien, existe una relación entre la fuerza del peso de la carga que movemos y la fuerza que realmente hacemos usando la máquina. Lo que mide esta relación es la **ventaja mecánica**, que es el número de veces que *se multiplica* la fuerza que nosotros aplicamos.

Veamos algunos casos donde podemos verificar fácilmente estas relaciones, en primer lugar en casos mecánicos y después en otros sistemas tecnológicos:

- En las máquinas simples como **palancas** (figuras 5.2 a y b) y **rueda–eje**, la fuerza que hacemos en un punto **alejado** del de apoyo, en el primer caso, o del eje (periferia), en el segundo, se transforma en una fuerza mucho mayor al otro lado de la palanca de primer género, o **cerca** del eje, en el segundo. Concretamente, en el caso del sistema rueda–eje, se cumple la siguiente relación:

$$F_{\text{sobre el eje}} \cdot d_{\text{eje}} = F_{\text{periferia}} \cdot d_{\text{periferia}}$$

En una **rueda con eje solidario** (Figura 5.4), la fuerza F_1 , realizada en la periferia de la rueda, a distancia R_1 del centro, se transmite multiplicándose a distancias muy cercanas al eje, cumpliéndose:

$$F_{1(\text{periferia rueda})} \cdot R_{1(\text{periferia rueda})} = F_{2(\text{sobre eje})} \cdot R_{2(\text{sobre eje})}$$

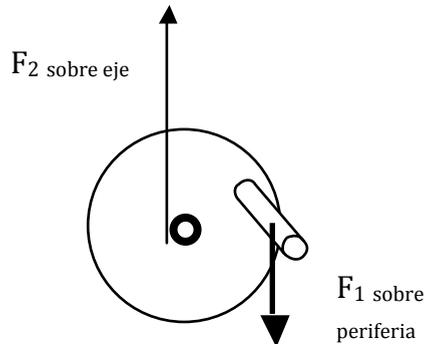


Figura 5.4

Los volantes de los automóviles son ruedas solidarias a su eje. Cuanto mayor sea el diámetro del volante, menos fuerza ejerce la mano para vencer la misma resistencia aplicada al eje. En estos casos se cumplen relaciones similares a las de la palanca:

$$F_1 \cdot R_1 = F_2 \cdot R_2$$

En síntesis, cuanto más alejados del centro de giro hagamos la fuerza, menor será el esfuerzo que tengamos que hacer para elevar una pesada carga que penda del eje. Es decir, con una fuerza pequeña, lejos del eje, podemos equilibrar una carga grande que se aplique en el eje. Dicho de otro modo, cuanto mayor sea el “brazo de palanca”, menor es la fuerza que hay que hacer, o mayor es la ventaja mecánica (multiplicación de nuestra fuerza) que se produce.

- En general, si tenemos una serie de engranajes concéntricos, y ordenados progresivamente según sus tamaños, como es el caso de 3 piñones de la rueda trasera de una bicicleta (Figura 5.5), la fuerza que es necesario ejercer para mover el eje común (unido a la rueda trasera) se hace cada vez mayor, a medida que ponemos un piñón más pequeño; es decir, a medida que nos acercamos al eje.

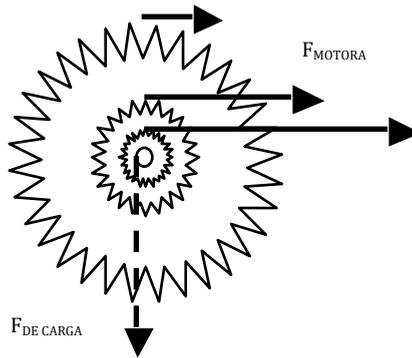


Figura 5.5

- En un sistema de dos poleas unidas por una correa, o de dos engranajes conectados por una cadena de transmisión, se cumplirá que las velocidades de giro (w_1 y w_2), y los radios de las poleas, o engranajes, están conectados según la relación:

$$R_1 \cdot w_1 = R_2 \cdot w_2$$

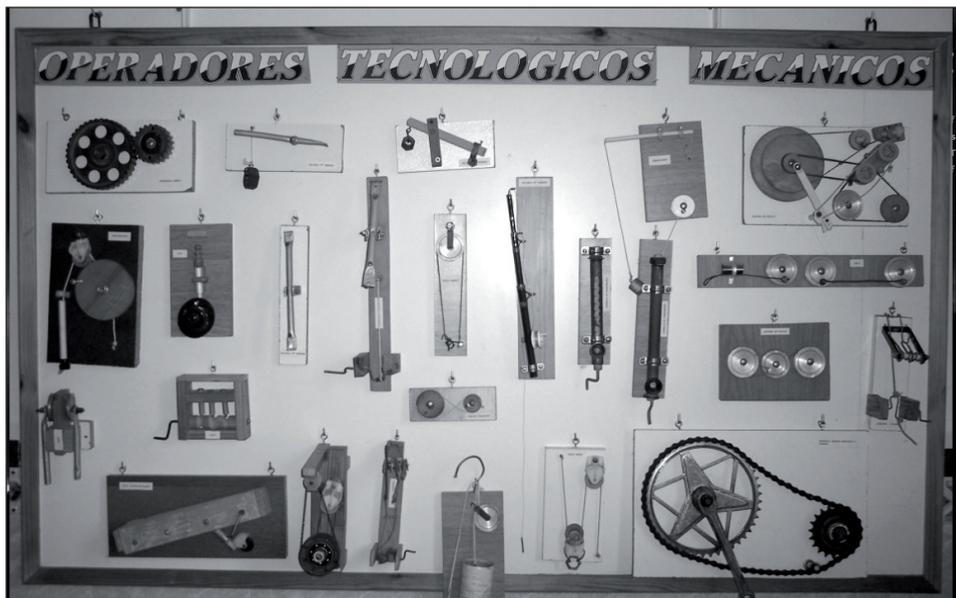


Figura 5.6. Panel de operadores tecnológicos de un centro escolar⁷

⁷ Foto cortesía del Colegio Luisa de Marillac de Sevilla.

CONOCIMIENTOS RELATIVOS A PROCEDIMIENTOS Y ACTITUDES

El conocimiento escolar sobre las máquinas y artefactos incluye no sólo conceptos y relaciones entre ellos como los expuestos, sino también el desarrollo de competencias básicas que implican ser capaces de obtener y utilizar, eficientemente, dicha información conceptual. Lo que mostramos a continuación se puede deducir de lo que hemos expuesto en el capítulo 2 de este libro; no obstante, es oportuno volver a incidir en ello aquí y resaltar algunas ideas.

La puesta en juego de procedimientos y destrezas básicas, en investigaciones escolares relacionadas con las máquinas y artefactos, puede venir dada de la siguiente manera:

- ① Debatir en grupo la elección de un problema tecnológico sobre el que trabajar (averiguar cómo funciona un aparato, o construir un prototipo), lo que implica intercambiar ideas y opiniones; tomar decisiones, defender argumentos, negociar decisiones, etc. Dicho trabajo en equipo supone un adecuado reparto de roles y tareas, así como la realización coordinada y cooperativa de las mismas.
- ② Buscar información y hacer un adecuado tratamiento de la misma; esto es, selección de los elementos relevantes para el problema tecnológico a abordar, establecimiento de la relación de los mismos con el problema, empleo de herramientas y procedimientos concretos, etc.
- ③ Diseñar y construir prototipos, planificar las tareas a realizar, evaluar tales tareas y los prototipos, así como establecer las mejoras necesarias, tanto para las tareas llevadas a cabo como para la elaboración de dichos artefactos y otros futuros.
- ④ Trabajar con diferentes materiales y herramientas.
- ⑤ Analizar máquinas y artefactos conocidos a la luz de los conocimientos trabajados en el ámbito (sobre Ciencias y Tecnológica, sobre Educación sostenible, ambiental y socialmente justa).

De la misma manera, el conocimiento escolar sobre las máquinas implica el desarrollo de una serie de actitudes y valores que, por una parte, fomenten la predisposición favorable de los escolares hacia el aprendizaje y conocimiento del ámbito (curiosidad, interés,...), y, por otro, les forje como personas críticas, razonables y responsables, en relación con la interacción saludable y sostenible de las máquinas con la Sociedad y el Medio Ambiente. Específicamente, el ámbito de las máquinas es propicio para el fomento de las siguientes actitudes:

- ✓ Pensamiento tecnológico: observación selectiva del entorno para la detección de problemas técnicos, así como convencimiento y deseo de abordar su resolución, especialmente en los problemas que surjan en la vida cotidiana, en la interacción de uso común. Por ejemplo, la actitud receptiva y de búsqueda para aprender a arreglar un juguete, o un aparato de uso cotidiano que no revista complejidad para los niños y niñas.
- ✓ Interés por desenmascarar, con mayor o menor profundidad, el mecanismo mediante el cual funcionan las máquinas más habituales del entorno de los escolares y que, *a priori*, suelen presentarse como “cajas negras”.
- ✓ Adoptar la misma actitud de motivación, pero más selectiva, sobre aquellas otras áreas que, espontáneamente, interesen más a los escolares, respecto al conocimiento tecnológico vinculado a las máquinas y artefactos.
- ✓ Interés por conocer algunas características relevantes de las máquinas cotidianas que utilizamos, a fin de satisfacer la curiosidad de saber cómo funcionan, para realizar una elección acertada al adquirirla, o para su uso adecuado y responsable (tener en cuenta el consumo energético, el posible impacto ambiental, los posibles efectos sobre la salud, etc.).
- ✓ Adquisición del hábito de sostener una postura crítica en la interacción con las máquinas, por ejemplo, valorando las ventajas e inconvenientes de las máquinas que más se utilizan.
- ✓ Así mismo, el ámbito de las máquinas y artefactos propicia la asunción de actitudes generales promovidas en el proyecto curricular INM (6-12), entre las que destacan:
 - Interés por comprender los problemas y riesgos ambientales que afronta el mundo.
 - Motivación para entender y asumir, personalmente, los principios en los que se ha de fundamentar una interacción de la humanidad con el medio, orientada hacia la sostenibilidad, y para actuar cotidianamente en consecuencia.
 - Protección del medio ante posibles impactos negativos, como punto de partida fundamental para una relación de la humanidad con la naturaleza, orientada hacia la sostenibilidad.
 - Negociación democrática, de diálogo y con tolerancia en la resolución de los conflictos personales y sociales, y, consecuentemente, rechazar el autoritarismo, el dogmatismo, la violencia y la guerra como formas de interacción y resolución de conflictos.
 - Reconocimiento genérico de la diversidad de países, culturas y personas como valor positivo.

- Respeto a los derechos humanos de todas las personas, independientemente de su edad, género, nacionalidad u origen étnico.
- Reconocimiento del valor de la autonomía intelectual y moral en las personas, la creatividad y la innovación, en la resolución de los problemas personales y sociales.
- Valoración positiva de estilos de vida saludables, orientados a la prevención y promoción de la salud.

6. ¿QUÉ EXPERIENCIAS SE PUEDEN REALIZAR EN LA ENSEÑANZA SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS?

El presente capítulo comienza con una breve descripción de las características y finalidades didácticas de las experiencias escolares, dentro del contexto investigador que guía nuestra propuesta curricular. A continuación, se propone una colección de posibles experiencias, a modo de ejemplos, indicando qué función tendrían en la dinámica investigadora del aula y, más concretamente, en la construcción del conocimiento escolar deseable. Ello, toda vez que hayan sido previamente adaptadas a la edad y el contexto educativo donde vayan a ser implementadas.

¿QUÉ CARACTERIZA A LAS EXPERIENCIAS ESCOLARES DE PERFIL INVESTIGADOR?

Los objetivos y problemas generales prioritarios, planteados en cada ámbito de investigación, se implementan a través de unidades didácticas; las cuales llevan integradas el desarrollo de experiencias. No obstante, con frecuencia se proponen experiencias que, por su interés didáctico, se diseñan de manera complementaria a las unidades, y cuyo desarrollo se lleva a cabo en el seno de lo que, en el proyecto INM (6-12), se denominan *talleres de experiencias*.¹

Se puede decir que las experiencias son actividades prácticas en las que los escolares exploran directamente las cosas o procesos reales. Teniendo presente la

¹ Sobre los talleres y su función didáctica son interesantes las aportaciones de otros libros de este proyecto curricular: Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005) *Descripción general y fundamentos. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada (pp. 61-62), Jiménez, J.R. (2006) *Un Aula para la Investigación. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada (pp. 59-80) y Travé, G. (2006) *Investigando las Actividades Económicas. Proyecto Curricular INM (6-12)*. Sevilla, Díada (pp. 116-117)

clasificación de actividades, que toma como referencia² el proyecto INM (6-12), las experiencias tienen como principal fuente de información la propia realidad que se investiga, en este caso las máquinas y artefactos que nos rodean. Así, podemos distinguir los tipos de experiencias siguientes:

- Experiencias de identificación de los diferentes tipos de máquinas y artefactos, así como de organización de los mismos (por ejemplo, fábricas, talleres artesanales,...), atendiendo a diferentes criterios de organización.
- Experiencias de identificación y análisis de los componentes de las máquinas y artefactos del entorno próximo y cotidiano de los escolares, que bien puede ser urbano o rural.
- Experiencias de observación y análisis del funcionamiento de máquinas y artefactos en el aula o taller/laboratorio.
- Experiencias de diseño y construcción de sencillas máquinas y artefactos en el aula o taller/laboratorio.

Las experiencias como actividades integrantes de una unidad didáctica investigadora

Realmente, cualquiera de los tipos de experiencias que acabamos de exponer tendría cabida como parte integrante de una unidad didáctica investigadora y, por tanto, ser realizada en cualquier momento de su desarrollo, siempre que esa inserción se haga con la coherencia lógica de la estrategia de enseñanza de la unidad. Los argumentos que sustentan esta aseveración son los siguientes:

- Las experiencias son un recurso excelente para promover la formulación de problemas específicos, que pueden ser investigados en el aula como parte de una unidad didáctica investigadora. La visita a una fábrica con los escolares puede desencadenar, por ejemplo, el deseo de indagar sobre algún aspecto del montaje de las máquinas que la componen, o sobre los tipos y características básicas de las mismas.
- Las experiencias también son propicias para generar situaciones en las que los escolares expresen sus conocimientos previos o cotidianos, respecto a algún aspecto del problema a investigar en la unidad didáctica.
- Determinadas experiencias pueden formar parte del plan de búsqueda de información demandado en el transcurso de la unidad didáctica, de modo

² Véase Cañal, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.

que su realización contribuya a la obtención de datos útiles para dar respuesta a los interrogantes planteados.

- Igualmente, determinadas experiencias pueden ser planificadas y desarrolladas con objeto de complementar los datos obtenidos en determinadas actividades de la unidad, y facilitar o reforzar, así, la comprensión de algún aspecto del problema abordado.
- Las experiencias pueden ser, asimismo, idóneas como actividades de construcción general o generalización del conocimiento, en tanto que permitan establecer un vínculo entre lo aprendido sobre un problema específico y cuestiones relacionadas con otros problemas de la unidad didáctica, o de otras diferentes.
- Finalmente, las experiencias pueden ser sumamente útiles a la hora de comunicar resultados de los hallazgos y conclusiones de los escolares, así como actividades de evaluación (autoevaluación, coevaluación, autorregulación del aprendizaje,...), que pueden ser programadas a lo largo de la unidad didáctica.

Las experiencias como actividades complementarias al desarrollo de la unidad didáctica: los talleres de experiencias

Ya hemos adelantado el interés didáctico de organizar talleres de experiencias como espacio de actividades complementarias a las que constituyen una unidad didáctica investigadora. Estos los organiza, generalmente, el profesor, bien porque desea facilitar o reforzar el aprendizaje de un determinado contenido; o bien, porque, sencillamente, percibe que es un escenario de aprendizaje recreativo, que estimula el interés y, por ende, la implicación activa de los escolares en el desarrollo de sus competencias básicas. No en vano, su implementación implica, generalmente, sacar de la rutina en la que muchos escolares suelen verse inmersos a diario en las escuelas.

La realización de experiencias constituye un recurso que se torna indispensable, de cara a favorecer los procesos de aprendizaje relativos al conocimiento sobre la realidad natural y social más cercana a los escolares; sobre todo, en la etapa educativa de Primaria. Son especialmente interesantes las experiencias que proporcionen a los escolares unas vivencias que posiblemente no serían capaces de realizar o sentir por sí solos, sin la ayuda del profesor.

Los talleres de experiencias permiten que los escolares aprendan de un modo sugerente y dinámico, tal y como sugiere la filosofía de la enseñanza y aprendizaje por investigación. Se parte, además, de la idea fundamental de *aprender de forma amena y divertida*, ya que uno de los alicientes que deben tener estas experiencias

complementarias es que se desarrollen en un marco lúdico-afectivo, que impulse la dinámica del aula.³

Para que estos talleres surtan el efecto didáctico deseado, debe evitarse, por tanto, el planteamiento de experiencias superficiales y carentes de un estímulo reflexivo, basadas en el seguimiento estricto de guiones-receta. Lo que deben propiciar, en cambio, es que los escolares:

- Se involucren activamente en el proceso de enseñanza/aprendizaje, con el desarrollo de actitudes positivas hacia el conocimiento científico-tecnológico y su aprendizaje.
- Desarrollen la capacidad de planificar y utilizar procedimientos de perfil investigador para la resolución de problemas: emisión de hipótesis, búsqueda y tratamiento de información, observación, descripción, clasificación, control de variables, interpretación de resultados,...
- Incrementen su creatividad y se hagan capaces de diseñar, planificar y construir artefactos que permitan observar y/o reproducir los fenómenos naturales estudiados, o resolver problemas tecnológicos abordables.
- Se sientan los principales protagonistas de procesos de aprendizaje en los que superen obstáculos y dificultades en un clima de cooperación, participación y responsabilidad.
- Se sientan satisfechos de ver reconocido su trabajo, siendo capaces de comunicar a otras personas los conocimientos adquiridos, en un ambiente educativo lúdico y afectivo.
- Y, en general, aprecien que poseer un conocimiento básico sobre Ciencia es algo que, junto a otros factores, les puede ayudar a ser más autónomos y, quizá, más felices, en la sociedad actual.

³ García-Carmona, A. y Criado, A. (2007). «Investigar para aprender, aprender para enseñar». Un proyecto orientado a la difusión de conocimiento escolar sobre Ciencia. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 73-83.

Oliva, J.M., Matos, J., Bueno, E., Bonat, M., Domínguez, J. Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 425-440.

Van Zee, E.H., Hammer, D., Bell, M., Roy, P. y Jennifer, P. (2005). Learning and teaching science as inquiry: A case study of elementary school teachers' investigations of light. *Science Education*, 89, 1007-1042.

¿QUÉ EXPERIENCIAS PUEDEN RESULTAR INTERESANTES SOBRE MÁQUINAS Y ARTEFACTOS?

A continuación, y a modo de ejemplo, se presenta una colección de fichas de experiencias sobre máquinas y artefactos, que podrían desarrollarse en la línea investigadora promulgada por INM (6-12). Las experiencias se organizan en torno a los problemas generales que guían el desarrollo curricular de este ámbito. Para cada experiencia, se indican los materiales y/o recursos necesarios, breves orientaciones para su adecuado desarrollo y algunas preguntas que estimulen la reflexión sobre lo realizado en las mismas. Conviene decir, también, que, dada la concisa descripción que se da de las experiencias, será necesario adaptar adecuadamente cada una de ellas a las características específicas de la clase donde vayan a ser implementadas.

¿QUÉ ES UNA MÁQUINA Y PARA QUÉ SIRVE?

| DIBUJA DETALLADAMENTE UNA MÁQUINA | | Experiencia  |
|-------------------------------------|---|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Material escolar para dibujar (block de dibujo, lápices, etc.) | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se pide a los escolares que, de manera individual, dibujen una máquina. Se procurará orientar al grupo para que no descarten máquinas simples. • Una vez hechos los dibujos, cada escolar presenta el suyo a sus compañeros, haciendo una breve descripción del mismo. • Si los escolares han dibujado pocas o ninguna máquina simple, el profesor mostrará imágenes de algunas de las más comunes, de forma que las incluyan también en su concepción sobre lo que es una máquina. • A continuación, se agrupa a los escolares según el tipo de máquina dibujada. • Dentro de cada grupo reflexionan y debaten sobre las cuestiones citadas más abajo, a fin de valorar cuál de sus dibujos es el que mejor representa a una máquina y qué aspectos lo completarían. Si lo estiman necesario, pueden volver a hacer un nuevo dibujo con los todos los matices consensuados en cada grupo. • Realizado lo anterior, cada equipo presenta su dibujo mejorado a los demás, explicando qué le faltaba al anterior, y qué han agregado para que represente lo mejor posible al tipo de máquinas que ellos escogieron. • La presentación de los dibujos servirá para que los escolares debatan posibles discrepancias y/o aclaren dudas. • Finalmente, todos los dibujos se cuelgan en el tablón de clase, u otros espacios destinados a los trabajos de los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es una máquina? ¿Qué aspecto tiene? • ¿Para qué sirve una máquina? • ¿De qué partes consta una máquina? | |

| ¿QUÉ OBJETOS SON MÁQUINAS Y CUÁLES NO? | | Experiencia  |
|---|--|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Cuchara • Hoja de papel • Pinzas • Pelota (de tenis, ping pong, etc.) • Tiza • Tijera escolar • Plastilina • Grapadora | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se reparten estos materiales a cada equipo y se les indica que los clasifiquen en máquinas y no máquinas. • Mientras realizan la clasificación, deben debatir entre ellos sobre qué es una máquina y hacer explícitas las decisiones tomadas. • Después se hace una puesta en común entre todos los grupos y se debaten las posibles diferencias surgidas. • Los escolares anotan sus dudas particulares, las cuales deben intentar aclarar buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones/actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia, es importante que la clasificación establecida como adecuada haya sido mediante un consenso mayoritario entre los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿La cuchara nos facilita la realización de alguna tarea? • ¿Es la pelota una máquina? ¿Por qué? • ¿Con qué cortas mejor los papeles, con las manos o con las tijeras? ¿Por qué? • ¿Tienen algo en común las pinzas y la grapadora? | |

| ¿CUÁNDO HAGO MÁS FUERZA PARA SOSTENER EL LIBRO? | | Experiencia  |
|---|--|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Raqueta de tenis • Libro de texto, diccionario, etc., que actúe de carga | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Una vez que cada grupo tiene una raqueta y un libro, se les indica que sitúen la raqueta horizontalmente, y sobre el marco de la misma (encima de la rejilla de cuerdas) coloquen el objeto (la carga). • Se les pide que mantengan horizontalmente, y en el aire, la raqueta con la carga, de tres modos distintos: a) cogiendo la raqueta por el mango de la raqueta (parte de la caña más alejada del marco), b) cogiendo la raqueta por la zona intermedia de la caña, y c) cogiendo la raqueta por la parte de la caña más próxima al marco de la raqueta. • Tras levantar la raqueta con la carga, de las tres maneras diferentes, deben reflexionar y consensuar las conclusiones obtenidas. • Después se hace una puesta en común entre todos los grupos y se debaten las posibles discrepancias y dudas surgidas. • Los escolares anotan sus dudas particulares, las cuales deben intentar aclarar buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. El profesor puede proponer, si lo estima oportuno, alguna cuestión o tarea complementaria que sirva de refuerzo o apoyo. • Al final de la experiencia, es importante que las conclusiones se hayan consensuado en la línea de valorar la importancia de la ubicación del punto de apoyo en una palanca (en este caso, de tercer género) para levantar y sostener una carga. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por dónde debemos coger la raqueta para que sea más fácil mantener horizontalmente la raqueta con el libro? • ¿Por dónde debemos coger la raqueta para que sea más difícil mantener horizontalmente la raqueta con el libro? • ¿Qué ocurriría si la raqueta tuviese la caña más larga, y quisiéramos mantener la raqueta con el libro horizontalmente, agarrándola por el mango? • ¿Hay artefactos en nuestra vida cotidiana que funcionan como esta combinación raqueta – libro? ¿Funciona así una cuchara, el brazo, una mesa para comida de personas encamadas, el toldo de un escaparate, la caña de pescar...? • ¿Tiene alguna ventaja este tipo de palanca? | |

¿CÓMO PUEDO CONSTRUIR UNA CÁMARA OSCURA?⁴

Experiencia

4

Materiales

- Caja de cartón de un horno de cocina, o con una longitud mínima de 60 cm, y unos 50 cm de alto.
- Unos folios blancos que van a hacer de pantalla.
- Cinta adhesiva americana o de carroceros, negra para sellar todas las uniones y rendijas.
- Tijeras o cúter.
- Bolsas de basura negras, o tejido oscuro, para tapar el paso de luz en el agujero hecho para meter la cabeza.
- Alternativa: construir una cámara oscura en una habitación.

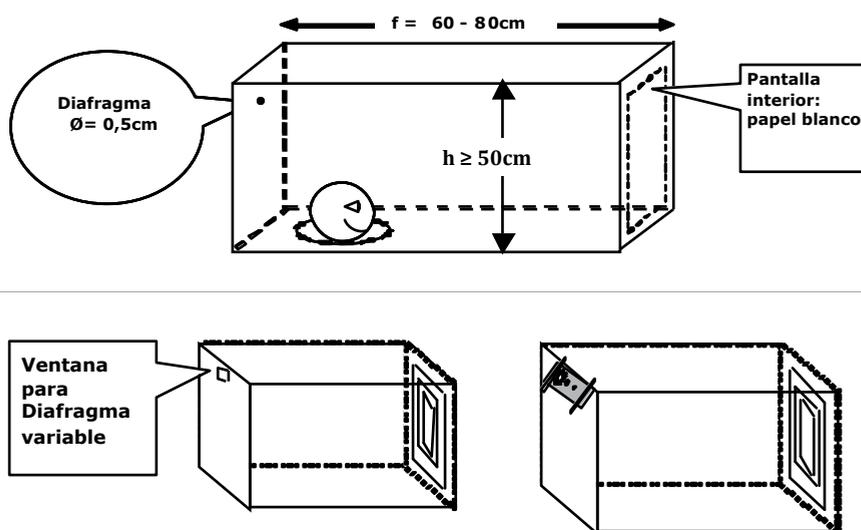
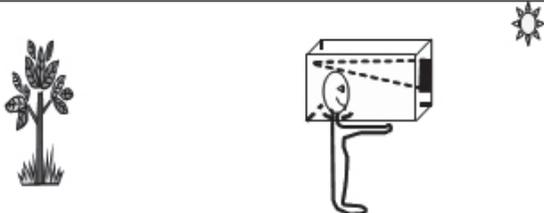


Figura 6.1. Forma, dimensiones y modificaciones de la caja para hacer la cámara oscura:

A) versión de diafragma fijo. B) versión con diafragma variable y pantalla con rectángulos de referencia.

⁴ Consultar Criado, A.M., Del Cid, R. y García-Carmona, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamento y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(1), 123-140.

| | |
|--|---|
| <p>Desarrollo</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se muestra una cámara ya construida, o se usa un vídeo didáctico, de unos minutos, mostrando su construcción. • Otra posibilidad es construirla en clase. Para ello hay que tener en cuenta: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pantalla: tapizamos interiormente, la cara indicada, con folios blancos, hasta obtener una pantalla blanca opaca. 2. Diafragma (orificio de entrada de la luz): orificio de 0.5 cm de diámetro (la punta de un bolígrafo BIC), en la cara opuesta, en la zona superior, para no taparlo con la cabeza. Debe ser un orificio limpio, que no proyecte sombras extrañas en la pantalla, como el recortado en una cartulina negra pegada sobre la ventana abierta en el cartón. 3. En la base de la caja, cerca del lateral donde se encuentra el diafragma, se practica el menor agujero posible para poder introducir la cabeza. 4. Se sellan todas las esquinas y aberturas con la cinta americana negra hasta conseguir que la caja quede completamente tapada a la luz. • Para la utilización de la cámara oscura se ha de tener en cuenta que: <ol style="list-style-type: none"> 1. Los objetos que vayamos a observar con la cámara deben estar iluminados por la luz directa del sol (no en un día nublado). 2. Es fundamental que sólo entre luz por el diafragma, de modo que hay que tapar bien el hueco del cuello con tejido oscuro, y sellar cualquier rendija detectada en la caja. 3. No se apreciarán imágenes en la pantalla hasta que la vista se adapte a la oscuridad. 4. Si se desea observar personas, lo mejor es que éstas lleven ropa de colores vivos. • Para convertir una habitación en una cámara oscura basta conseguir que permanezca completamente a oscuras salvo un orificio (en una persiana) que dé al exterior. La pared opuesta a este orificio puede servir de pantalla blanca. También se puede emplear una pantalla de proyecciones o bien cartulinas. |
|  | |
| <p>Figura 6.2. Cómo colocarse para observar con la cámara oscura objetos adecuadamente iluminados.</p> | |
| <p>Cuestiones para la reflexión</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué condiciones conseguimos las mejores imágenes? • ¿Qué ocurre si entra luz por alguna rendija que no sea el diafragma? • ¿Qué utilidad tiene esta máquina? ¿Se usa? • ¿Cómo podemos hacer una cámara en una habitación? ¿Cuál es el requisito imprescindible? |

¿QUÉ TIPOS DE MÁQUINAS EXISTEN?

| ¿QUÉ OBJETOS SON PALANCAS? | | Experiencia  |
|-------------------------------------|--|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Grapadora • Pelota • Pinzas de depilación • Rueda • Abridor de botellas • Sacapuntas • Cuchara • Bolígrafo • Tijeras • Imperdible • Alicates • Cascanueces | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se reparten estos materiales a cada equipo y se les indica que los clasifiquen en palancas y no palancas. • Mientras realizan la clasificación, deben debatir entre ellos y hacer explícitas las decisiones tomadas. • Después se hace una puesta en común entre todos los grupos y se debaten las posibles diferencias surgidas. • A continuación clasifican las palancas en primero, segundo y tercer género. • Los escolares anotan sus dudas particulares, las cuales deben intentar aclarar buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones/actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia, es importante que la clasificación establecida como adecuada haya sido mediante un consenso mayoritario entre los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿El bolígrafo es una palanca? • ¿Tienen algo en común las tijeras y los alicates? • ¿Tienen algo en común las pinzas de depilación y el imperdible? • ¿Dónde se sitúa el punto de apoyo en las pinzas de depilación y en el cascanueces? ¿Tienen algo en común? • ¿En qué se parece el funcionamiento de los alicates y el abrelatas? • ¿Se parece en algo el funcionamiento de la grapadora y la cuchara? • Si en las palancas de tercer género (como la cuchara o la caña) la fuerza que hay que aplicar es mayor que la carga, ¿qué beneficios se obtienen? | |

| ¿PARA QUÉ SIRVEN Y CÓMO FUNCIONAN ESTAS MÁQUINAS Y PIEZAS DE MÁQUINAS? | | Experiencia  |
|--|---|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Gafas • Prismáticos • Sacacorchos • Bombilla • Interruptor • Termómetro • Lupa • Sacapuntas | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se reparten estos materiales a cada equipo y se les indica que los clasifiquen como mecánicos, ópticos, eléctricos, electrónicos y térmicos. • Mientras realizan la clasificación, deben debatir entre ellos y hacer explícitas las decisiones tomadas. • Después se hace una puesta en común entre todos los grupos y se debaten los posibles desacuerdos. • Los escolares hablan sobre su utilidad y funcionamiento y anotan sus dudas particulares, las cuales deben intentar aclarar buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones o actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia, es importante que las ideas establecidas como adecuadas procedan de un consenso mayoritario entre los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tienen en común el interruptor y la bombilla? • ¿En qué se diferencian las gafas de la lupa? ¿Tienen algo en común? • ¿Y el sacacorchos y el sacapuntas? | |

| ¿CÓMO ES POR DENTRO...? | | Experiencia  |
|-------------------------------------|---|--|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere elegir algún pequeño electrodoméstico, alguna máquina de uso en la cocina, algún juguete, muñeco, ..., etc. | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se pedirá que desmonten el artefacto y vayan colocando las piezas ordenadamente en un lugar previamente destinado para ello. Además de conocer el nombre de la pieza, se fijarán en su relación con otras piezas para resolver la pregunta de su función específica y su papel en la coordinación con otras piezas. Según el artefacto, se espera que identifiquen operadores y que averigüen la función que desempeñan. • Así, en un calefactor, secador, batidora, o en otro pequeño electrodoméstico eléctrico podrán identificar operadores como los siguientes: interruptores, regletas de empalme, cables de diferentes colores, (al menos algunos identificables como la conexión a tierra, el cable neutro y el cable activo), fusibles, aspas, resistencias eléctricas, motores eléctricos, bobinas, poleas y correas,.... • En un bate-huevos, escurridor-verduras o similar, pueden identificar los ejes engranados que permiten cambiar el plano de la rotación de la mano y de las paletas. • En muchos muñecos móviles, en los que mueven los ojos, etc., podrán identificar el tipo de operadores que tienen (ruedas, bolas, engranajes, bielas, contrapesos, bandas elásticas, etc.) | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué función desempeña cada uno de los operadores que has extraído? ¿Podría sustituirse por otro? • ¿Conoces otros dispositivos con operadores similares? • ¿Cómo será la pieza que realiza esa función en un artefacto que no sea de juguete? | |

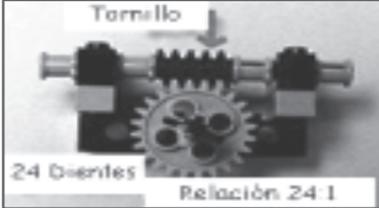
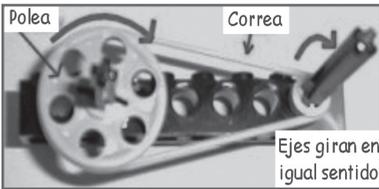
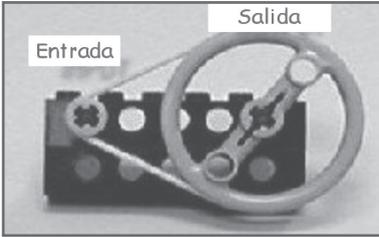
| ¿QUÉ MÁQUINAS HAY EN ESTA FÁBRICA Y PARA QUÉ SIRVEN? | | Experiencia  |
|--|---|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Los existentes en una fábrica concreta. • Cuadernos de anotaciones • Cámara de fotos | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se solicita la visita con los escolares a alguna fábrica cercana a la escuela. • Una vez allí, los escolares, organizados en grupos, siguen atentamente las explicaciones de la persona que guía la visita. • Al llegar a la fábrica, los grupos ya disponen de las cuestiones de reflexión que se indican más abajo, y deben observar, escuchar, preguntar y tomar notas. • De vuelta a clase, los grupos deben debatir entre ellos la información, con vistas a responder a las preguntas, y hacer explícitas las decisiones tomadas. • Después se hará una puesta en común entre todos los grupos y se debatirán las posibles diferencias surgidas, intentando aclararlas buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. • Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones/ actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia, es importante que las conclusiones sean fruto de un consenso mayoritario entre los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuántas máquinas distintas hay en la fábrica? • ¿Para qué sirven las diferentes máquinas? • ¿Cómo agrupar las diferentes máquinas según la función que desempeñan, su funcionamiento, tamaño, ...? • ¿Cómo se relacionan las diferentes máquinas entre sí? | |

¿CÓMO FUNCIONA UNA MÁQUINA Y QUÉ NECESITA PARA HACERLO?⁵

| CONSTRUYO MI MÓVIL AUTOPROPULSADO | | Experiencia  |
|-------------------------------------|---|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de material casero como: gomas elásticas, muelles, globos, cajas, tubos, secador de pelo, estufa que proporcione una corriente ascendente de aire caliente,... | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se propone a los escolares que diseñen un móvil autopropulsado cuyo movimiento dure al menos un tiempo definido (como 5- 10 segundos, por ejemplo). • Si no proponen muchas ideas se les puede enseñar un ejemplo o repartir fotos o dibujos de diferentes prototipos que se pueden encontrar en Internet o en libros de experiencias (con gomilla enroscada, con un globo adosado, que se repelan por la repulsión electrostática de un plástico...) • Una vez que cada equipo ha propuesto uno o varios prototipos se les insta a que concreten los materiales que necesitan conseguir para construirlo y qué fases seguirán. • Cada equipo realiza el móvil planificado. • Se prueban los diferentes móviles en un lugar adecuado para ello (aula, gimnasio, patio, etc.) y se comprueba si logran mantener el movimiento durante el período de tiempo acordado. • Se reflexiona y debate en común sobre los diseños, los resultados obtenidos y posibilidades de mejora. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la fuente de la energía del móvil? ¿Qué tipo de energía es la que alimenta el móvil? • ¿Qué tipo de movimiento (lineal, giratorio, oscilatorio, combinado..., realiza el móvil? • ¿Que mecanismo proporciona el movimiento • ¿Qué elementos de transmisión se han utilizado? • ¿Qué problemas se han planteado y por qué? | |

⁵ En relación con este problema general del ámbito, se puede ampliar información sobre experiencias sencillas relativas a la construcción y funcionamiento de máquinas, para último ciclo de la etapa Educación Primaria, en el libro de Aitken, J. y Mills, G. (1997). *Tecnología creativa*. Madrid: MEC / Morata.

| ¿PUEDO CONSTRUIR UNA BALANZA MAGNÉTICA? | | Experiencia  |
|---|---|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • 2 imanes cilíndricos, uno de ferrita y otro de Neodimio; o bien, tres de ferrita, para pegar dos de ellos por sus polos opuestos y formar un solo imán. • 1 tubo de diámetro algo superior al de los imanes, de unos 10 cm de largo (mejor si es de plástico transparente, pues permitirá que se vea la distancia a la que levita un imán respecto al otro). • 1 tubo de igual longitud que el anterior, pero más fino para que pueda encajar concéntricamente con el mismo. • Cartulina y pegamento • Regla convencional o construida “ad hoc” • Lámina rígida que haría las veces de platillo de la balanza • Una tablita de tamaño cuartilla como soporte | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se pedirá a los chicos que construyan la balanza con los elementos disponibles y que piensen cómo hacerlo. • Se espera que se den cuenta de que la repulsión entre los imanes se puede utilizar a modo de sistema con una fuerza recuperadora, donde los imanes en repulsión se acercarán cuando el peso de un cuerpo los obligue a ello, y alejándose de nuevo cuando el peso se retire. • Ellos pueden averiguar que si se introducen en el tubo los dos imanes con polos iguales enfrentados y sobre el superior se apoya un tubo vertical, unido a una lámina como soporte horizontal (el platillo), tienen ya el apoyo donde colocar pequeños objetos y observar cómo se hunde el imán superior unido. • Una vez conseguido el montaje de la balanza, se plantea el problema de qué tipo de objetos se pueden “pesar” con ella. Se espera que comprueben que no es una balanza con la suficiente “sensibilidad” como para pesar comprimidos medicinales, por ejemplo, y que si se prueban objetos demasiado pesados, tampoco se podría discernir entre sus pesos diferentes. • Decidido el rango de “pesos” para los que la balanza se puede utilizar, queda el problema de su calibración. Si los escolares no ven la forma de hacerlo, se les sugiere que coloquen o construyan una regla vertical, que les servirá para comparar la distancia que se hunde el platillo, empleando pesas de masa conocida. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Conoces otros dispositivos para “pesar” que funcionen de manera similar a éste pero con un operador mecánico? • ¿Cómo son las balanzas para pesar personas? • ¿Cómo son las balanzas para pesar coches? | |

| ¡MONTA ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN! | | Experiencia  |
|----------------------------------|--|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Cajas de juegos de Lego, o de <i>Imaginarium</i>, sobre mecanismos simples, o bien, piezas sueltas que se pueden comprar en algunas jugueterías | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se propone a los escolares que monten, por equipos, diferentes mecanismos de transmisión como los de las figuras tomadas de la web⁶ <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Engranaje Solidario</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Tornillo 24 Dientes Relación: 24:1</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Polea Correa Ejes giran en igual sentido</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Salida Entrada</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Figura 6.3. Engranajes y poleas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una vez montados estos mecanismos, los escolares deben describir la transmisión en función del número de vueltas que describe cada uno de los elementos de un conjunto en un minuto (velocidad de giro), del sentido de giro, y de dónde es necesario realizar mayor cantidad de fuerza para que gire el conjunto. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué montaje harías para que la velocidad de giro de salida sea menor que la de entrada? • ¿Cómo están montados los motores de los cochecitos de juguete? ¿A cual de los montajes realizados se parece? • ¿Cómo están montadas las ruedas dentadas en una bicicleta? ¿A cuál de los montajes se parece? | |

⁶ <http://www.rec.ri.cmu.edu/education/webpage/gears.htm>

| ¿CONOCES TU BICICLETA? | | Experiencia  |
|-------------------------------------|--|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Bicicleta infantil sin pedales (“Likeabike”) • Bicicleta con pedales • Bicicleta infantil de batería | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Organizados los escolares en grupos, observan las tres bicicletas con objeto de dar respuestas a los interrogantes de más abajo. • Deben debatir entre ellos y hacer explícitas las decisiones tomadas para cada respuesta. • Después se hace una puesta en común entre todos los grupos y se debaten las posibles diferencias surgidas. • Los escolares anotan sus dudas particulares, que deben intentar aclarar buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones/actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia, es importante que las conclusiones se logren con un consenso mayoritario entre los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tienen en común los tres tipos de bicicleta? Y, ¿en qué se diferencian? • ¿Qué necesita cada una de las bicicletas para funcionar? • ¿Cómo funciona la bicicleta a pedales? • ¿Qué secuencia de fenómenos ocurre en la bicicleta a pedales cuando está en movimiento? • ¿Cuáles son los elementos de transmisión de fuerza y movimiento en la bicicleta? • ¿Qué otros operadores encuentras en la bicicleta? ¿Hay palancas? • ¿Cuántas vueltas da la rueda de atrás por cada vuelta de pedal en cada caso? • ¿Cuántos metros de distancia avanza la bicicleta por cada vuelta de la rueda? ¿Y por cada vuelta de pedal? | |

¿CÓMO ELEVAR UN PESO CON MENOR ESFUERZO?

Experiencia

13

Materiales

- Se necesitaría tener montado, un tren de dos engranajes de diferente tipo, con un objeto que haga las veces de peso suspendido del eje de uno de los engranajes, como se indica en la figura⁷.

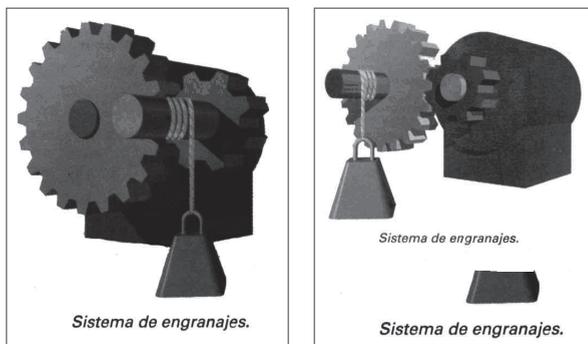


Figura 6.4. Sistemas de engranajes.

Desarrollo

- Se pregunta a los alumnos que indiquen en cada caso cuál es el engranaje motor y cuál es el engranaje conducido.
- Antes de probar, los escolares realizarán sus predicciones en torno a cuál de los dos montajes permite elevar el peso: a) a mayor velocidad y b) con un menor esfuerzo, razonando sus predicciones.
- Una vez anotadas las predicciones fundamentadas procederán a probar si se cumplen y a explicar los resultados.
- El docente puede ayudar a reflexionar llamando la atención sobre el número de vueltas que da un engranaje pequeño por cada vuelta del engranaje grande

Cuestiones para la reflexión

- Compara estos engranajes con los de una bicicleta. ¿Qué diferencia se nota al usar un plato grande o un plato pequeño en la velocidad de la bici y en el esfuerzo que es necesario hacer para girar una vuelta los pedales?
- ¿Qué combinación se usa para poder vencer una gran fuerza al subir una cuesta?
- ¿Qué combinación se usa para conseguir una gran velocidad?

⁷ Web: www.araucaria2000.cl (julio de 2005).

¿CÓMO SE INVENTAN LAS MÁQUINAS Y POR QUÉ CAMBIAN A LO LARGO DE LA HISTORIA?

| ¿CÓMO HA EVOLUCIONADO EL TELÉFONO MÓVIL EN LAS DOS ÚLTIMAS DÉCADAS? Experiencia  14 | |
|---|--|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Diversos modelos de teléfonos móviles, desarrollados y comercializados durante las dos últimas décadas. • Acceso a Internet • Cartulina • Tijeras • Rotuladores y pegamento escolar |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Los escolares se organizan en equipos. • A cada equipo se les proporciona los diferentes modelos de teléfonos móviles, y mediante su comparación, responderán a los interrogantes indicados más abajo. • Con la información obtenida, los equipos deben debatir entre ellos y hacer explícitas las decisiones tomadas para cada respuesta. Si alguna característica de los modelos de teléfono móvil no son capaces de (o no es posible) obtenerla por observación y/o manipulación directa de estos, pueden consultar para ello Internet. • A continuación, deben elaborar un mural cronológico sobre la evolución de los teléfonos móviles, indicando en qué han consistido esos principales pasos evolutivos, junto con fotos o dibujos de los más representativos de cada momento y/o aspecto de esa evolución. • Después, cada equipo presenta su mural a los demás equipos, y se hace así una puesta en común debatiendo las posibles diferencias surgidas. • Por consenso, y con ayuda del profesor, se elige el mural más completo y/o mejor presentado, con los argumentos correspondientes. Ello, con idea de que los demás equipos puedan completar y/o modificar aquellos aspectos que permitan mejorar el suyo propio. • Finalmente, se cuelgan todos los murales en los paneles de clase y se dejan durante un tiempo para que los escolares de la clase, e incluso compañeros de otros cursos, puedan consultarlos. |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué relación existe entre la antigüedad de los teléfonos móviles y su peso? ¿Y entre su antigüedad y tamaño? • ¿En qué han cambiado las baterías de los móviles a lo largo de los últimos años? ¿Por qué? • ¿Cómo ha ido variando el tamaño de la pantalla de los teléfonos móviles con los años? ¿Por qué? • ¿Cómo han cambiado las prestaciones de los teléfonos móviles? (“¿Qué hacen los móviles de ahora que no hacían los de hace unos cuantos años?”) • ¿Son mejores los teléfonos móviles actuales que los de antes? ¿Por qué? |

¿QUÉ IMPORTANCIA TIENEN LAS MÁQUINAS EN LA ACTUALIDAD?

| ¿CÓMO SE HACÍAN ALGUNAS TAREAS AGRARIAS ANTES DE QUE EXISTIERAN LAS MÁQUINAS ACTUALES? | | Experiencia  |
|--|---|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de anotaciones • Cámara de fotos o de vídeo | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se organiza la visita a una localidad predominantemente agrícola, a fin de que los escolares puedan: • Visitar algún cortijo donde se conserven aperos y máquinas agrícolas antiguas, junto con las máquinas agrícolas más modernas. • Visitar alguna fábrica o cooperativa dedicada al tratamiento, envasado, etc., de los frutos del campo. • Una vez allí, los escolares, organizados en equipos, siguen atentamente las explicaciones de las personas que guían las respectivas visitas. • Al llegar al lugar de la visita, los equipos ya disponen de las cuestiones de reflexión que se indican más abajo, y que para su resolución deben observar, escuchar, preguntar, así como tomar notas y fotografías. • De vuelta a clase, los equipos deben debatir entre ellos la información, con vistas a responder a las preguntas, y hacer explícitas las decisiones tomadas. • Después se hará una puesta en común entre todos los equipos para aclarar las posibles diferencias surgidas, buscando la información necesaria con la ayuda orientadora del profesor. • Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones/ actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia es importante llegar a conclusiones fruto de un consenso entre los escolares. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se araba antiguamente la tierra? ¿Cómo se hace actualmente? Y, ¿cuáles son las ventajas e inconvenientes (si los hay) del uso de las nuevas máquinas de arado? • ¿Cómo y con qué herramientas/aperos se recolectaban antiguamente el trigo, el maíz, las aceitunas, etc.? ¿Con qué máquinas y aperos se recolectan ahora estos productos? • En general, ¿qué ventajas tienen las máquinas de labrar actuales frente a las antiguas? • ¿Cómo se transportaban, seleccionaban y trataban antiguamente los frutos en la fábrica? ¿Qué máquinas se usan para ello ahora? ¿Cuáles son sus ventajas? • ¿Qué ha supuesto para el pueblo el empleo de la nueva maquinaria agrícola y el desarrollo de la fábrica con la maquinaria moderna? • ¿Qué impacto medioambiental tienen las máquinas agrícolas actuales, así como los procesos de tratamiento de los productos utilizados en las fábricas? | |

¿QUÉ PROBLEMAS SANITARIOS Y AMBIENTALES GENERAN LAS MÁQUINAS?

| ¿ES SEGURO EXPONERSE A LAS ONDAS DE MÓVILES Y MICROONDAS? ¿PODEMOS CONSTRUIR UN “ESCUDO” CONTRA LAS ONDAS DE LOS MÓVILES? | | Experiencia  16 |
|--|---|--|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Papel de aluminio • Cacerola de acero inoxidable con tapadera • Otros materiales que se propongan para apantallar las ondas. • 2 teléfonos móviles (de distinta generación) • Un horno microondas (opcional) | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • La experiencia debe contextualizarse dentro de un debate y búsqueda de información en torno a inocuidad o no de las ondas emitidas por los móviles y los hornos microondas. • Conocidas estas dudas, se planteará el problema de si podemos conseguir apantallar estas ondas. • La actividad se puede continuar según lo que averigüen los escolares; o se sugiere que se realice lo siguiente: <ol style="list-style-type: none"> 1. Se toman dos teléfonos móviles y se comprueba que funcionan (con uno, llamaremos al otro y éste suena). 2. Después se repite la operación, pero se intenta poner fuera de cobertura al segundo. Los escolares probarán a envolverlo o esconderlo en todos aquellos materiales y dispositivos que crean que pueden apantallar las ondas. (Entre ellos un horno microondas desenchufado, cuya carcasa debería de apantallar bien las microondas) 3. Para lograr el efecto deseado en al menos una ocasión se sugiere envolver el móvil con una o varias capas de papel de aluminio. 4. Se solicitará a los escolares que presten atención al intervalo de tiempo que tarda en sonar el teléfono del segundo móvil, como indicador de que, en caso de haber baja cobertura, el móvil aumenta la intensidad de emisión de ondas. | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • Actualmente, ¿se sabe con seguridad si es inocua o no la exposición a las microondas y a las ondas de los teléfonos móviles? • ¿En qué consistiría un uso seguro de los dispositivos que emiten dichas radiaciones? • ¿Emiten ondas con la misma intensidad todos los móviles? • Dado un móvil concreto, ¿emite ondas de la misma intensidad en todo momento? • Para que un móvil detecte una llamada, ¿sólo recibe ondas o también las emite? • ¿Qué debemos hacer cuando llamamos con el móvil, o cuando los descolgamos, para recibir menos radiación? • ¿Qué consejos da la OMS al respecto? | |

¿QUÉ TIPOS DE MÁQUINAS PERMITEN UNA INTERACCIÓN SALUDABLE Y SOSTENIBLE CON EL ENTORNO?

| ¿QUÉ VENTAJAS TIENEN LOS AUTOBUSES ELÉCTRICOS URBANOS FRENTE A LOS DE GASOIL? Experiencia  | |
|--|---|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de anotaciones • Cámara de fotos |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se solicita la visita con los escolares a alguna cochera de autobuses urbanos, donde existan modelos con motores de combustión y con motores eléctricos.⁸ • Una vez allí, los escolares, organizados en equipos, siguen atentamente las explicaciones de la persona que guía la visita, y explica las principales características de cada modelo de autobús (eléctrico y de combustión). • Al llegar al lugar de la visita, los equipos ya disponen de las cuestiones de reflexión que se indican más abajo, y deben observar, escuchar, preguntar, así como tomar nota y fotografías. • De vuelta a clase, los equipos deben debatir entre ellos la información, con vistas a responder a las preguntas, y hacer explícitas las decisiones tomadas. • Después se hará una puesta en común entre todos los equipos y se debatirán las posibles diferencias surgidas, intentando aclararlas buscando la información necesaria, con la ayuda orientadora del profesor. • Si se estima necesario, se pueden proponer algunas cuestiones/ actividades de refuerzo o apoyo, al respecto. • Al final de la experiencia es importante que las conclusiones sean fruto de un consenso mayoritario entre los escolares. |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué fuente de energía necesita cada tipo de autobús (el eléctrico y el de combustión)? • ¿De dónde proviene esa energía de funcionamiento para cada tipo de autobús? • ¿Cuál de los dos tipos emite más ruido mientras está funcionando? • ¿Cuál de los dos tipos de autobuses perjudica más al medio ambiente? ¿Por qué? • ¿Cuál de los dos tipos es más abundante en tu ciudad? ¿A qué crees que es debido? • ¿Cuál de los dos modelos debería prevalecer frente al otro para favorecer un ambiente urbano saludable y sostenible? |

⁴ Actualmente, ciudades como Sevilla, Madrid, Valencia, León, Burgos, Segovia y Soria cuentan entre sus flotas de autobuses urbanos modelos que son propulsados por motores eléctricos. Si la visita a una de éstas no fuese posible, se puede plantear la misma experiencia visitando algún concesionario, centro de investigación, etc., donde existan prototipos de coches eléctricos.

| ¿QUÉ PUEDO HACER FUNCIONAR CON LA ENERGÍA PROPORCIONADA POR UNA CÉLULA SOLAR? | | Experiencia  |
|--|--|--|
| Materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Dos o más células solares fotovoltaicas • Motorcito o cualquier otro dispositivo que funcione con 0,5V • Luz solar o de flexos que proporcionen unos 100w de energía luminosa (11W en bombillas de bajo consumo) • Otros dispositivos que necesiten poco voltaje para funcionar, (luminosos, como diodos LED; acústicos...) • (La célula, el motorcito, etc. se pueden comprar a muy bajo precio en tiendas de electrónica). | |
| Desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> • Se monta el circuito constituido por un generador de energía consistente en una célula solar fotovoltaica (o dos conectadas en serie), y un dispositivo como un motorcito de 0,5V, o cualquiera de los mencionados arriba. • Para aportar energía a la célula, se utilizará la luz solar directa o la procedente de flexos (de 100W de energía luminosa). • Se orientan la(s) célula(s) fotovoltaica(s) de forma perpendicular a los rayos luminosos y se va cambiando la orientación a la vez que se observa su repercusión en el dispositivo (motorcito, etc.). | |
| Cuestiones para la reflexión | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué ventajas tiene una célula solar frente a otras fuentes eléctricas? • ¿Qué voltaje poseen las pilas y baterías cotidianas? ¿Cuántas células solares necesitamos para obtener el mismo voltaje que con una pila convencional? • ¿Qué factor/es influye/n en el voltaje eléctrico que aporta la célula solar? • ¿Qué relación tiene con la forma de orientar las farolas solares en las autovías? • ¿Qué otros dispositivos cotidianos funcionan alimentados con células fotovoltaicas? • ¿Existe ya un automóvil que pueda funcionar con un conjunto de este tipo de células? ¿Cuántos kilómetros puede recorrer? • ¿Qué electrodomésticos se pueden alimentar actualmente con un conjunto de este tipo de células? • ¿Conoces algún “huerto solar fotovoltaico” en tu región? | |

Algunas de las experiencias anteriores pueden desarrollarse a lo largo de varias sesiones de clase, dependiendo del planteamiento, necesidades y/o provecho didáctico que se desee obtener con ellas. Asimismo, pueden desarrollarse como unidades didácticas investigadoras; en este caso, lógicamente, organizando su implementación de un modo más estructurado, y completándola con otras actividades que contribuyan a la construcción de conocimientos más generales

sobre el ámbito. Si bien, ello no es lo más frecuente, ya que las experiencias se diseñan, fundamentalmente, para incidir en la adquisición o reforzamiento de un determinado conocimiento, mediante la exploración directa y palpable de un problema concreto. Las experiencias proporcionan datos empíricos que pueden servir de apoyo a los escolares a la hora de argumentar sus ideas y opiniones, en relación con un problema de investigación planteado como vía para la consecución de cierto aprendizaje.

7. PROPUESTA DE UNIDADES DIDÁCTICAS INVESTIGADORAS SOBRE MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA INVESTIGADORA PARA PRIMER CICLO DE PRIMARIA «¿QUÉ MÁQUINAS HAY Y PARA QUÉ SIRVEN?»

Desde muy temprana edad, los escolares comienzan a observar, manipular y, en definitiva, a relacionarse con diferentes tipos de máquinas; algunas de ellas simples y otras complejas. En la etapa Infantil, por ejemplo, los niños conocen múltiples máquinas complejas como los electrodomésticos, los automóviles, trenes, aviones, etc. Sin embargo, no suelen reconocer como tales a las máquinas simples, pese a que suelen manipular con frecuencia multitud de ellas: utilizan tijeras escolares (una máquina simple compuesta por dos palancas de primer género); juegan con juguetes que tienen manivelas, palancas, engranajes,...; juegan en parques infantiles donde existen balancines, la mayoría de ellos palancas de primer género; etc.

Consecuentemente, el primer ciclo de Primaria es un buen momento para empezar a (re)conocer como máquinas a las máquinas más sencillas (simples) de su entorno cotidiano; identificar algunas de sus características básicas; y, en la medida de lo posible, construir alguna.

La unidad didáctica que proponemos, en tal sentido, se vertebra en torno al problema de investigación siguiente: *¿Qué máquinas hay y para qué sirven?* La relación de este problema específico con los generales, establecidos en el proyecto INM (6-12) para el ámbito, se detallan en la tabla 7.1.

| CICLO | PROBLEMA ESPECÍFICO A INVESTIGAR | PROBLEMAS GENERALES DEL ÁMBITO (SE RESALTAN EN NEGRITA LOS QUE ESTÁN MÁS RELACIONADOS CON EL PROBLEMA ESPECÍFICO) |
|--------------|--------------------------------------|--|
| Primer ciclo | ¿Qué máquinas hay y para qué sirven? | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es una máquina y para qué sirve? • ¿Qué tipos de máquinas existen? • ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? • ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia? • ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? • ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? • ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |

Tabla 7.1. Relación del problema de investigación de la unidad didáctica, para primer ciclo de Primaria, con los problemas generales del ámbito de máquinas y artefactos en el proyecto INM (6-12).

Para que esta unidad didáctica llegue a ser efectiva, será necesario fundamentar y planificar convenientemente su diseño, estructura e implementación. Esto es lo que se aborda a continuación.

¿Qué deben saber los escolares de primer ciclo sobre las máquinas y las máquinas simples?

En este primer nivel de aproximación a las máquinas, lo principal es aprender a identificar qué es y qué no es una máquina. Partiendo de sus experiencias anteriores con muchas máquinas, se pueden enumerar y clasificar las que conocen y tratar de llegar a una primera definición de qué tienen en común todas las máquinas. En esta definición ocuparán un lugar relevante dos características: todas ellas han sido construidas por las personas y, en segundo lugar, todas ellas permiten realizar algo con mayor facilidad y eficacia. Esta caracterización, que es fácilmente aplicable a máquinas complejas que les son muy familiares, como el automóvil, la lavadora o el televisor, es la que puede conducir a extender el concepto a algunas de las máquinas simples más comunes.

Tras el proceso anterior, es posible que los escolares sean capaces de identificar, por ejemplo, algunos tipos de palancas, entre los artilugios que, a diario, observan y/o manipulan en su medio más inmediato. No se trata tanto de que sean capaces de distinguir tipos de palancas, como de que entiendan que son

mecanismos simples, que usamos para mover cosas; hacer más fáciles determinadas tareas, jugar, etc. También, que todas las palancas tienen en común que están, generalmente, compuestas por una *barra*¹, que utiliza un *punto de apoyo* para poder *levantar o mover cargas, apretar cosas*, etc., y que, para ello, es preciso hacer un *esfuerzo* sobre la barra. En este caso, intentaremos entonces que los escolares comiencen identificando en su entorno algunas de las palancas, al aplicar la definición genérica anterior. Y luego, si es posible y se estima oportuno, se podrían abordar otras que, quizás, no se reconocen tan directamente por los escolares, como, por ejemplo, el martillo, el destornillador o las tijeras.

Para identificar los objetos antes mencionados como palancas, se tratará de que los exploren y utilicen, detectando sus partes o componentes, y observando cuál es la función que cada parte tiene en la palanca que forman. Igualmente, será interesante que puedan verificar las ventajas que tiene su uso (por ejemplo, experimentando la ventaja que tiene una palanca de primer género para levantar un objeto, comprobando que si se intenta levantar directamente se requiere un mayor esfuerzo). Asimismo, se puede plantear que experimenten ciertas manipulaciones en las palancas para modificar su eficacia (por ejemplo, modificando el punto de apoyo).

Por último, será también interesante que puedan construir su propia palanca² (por ejemplo, el “sube y baja” de los parques infantiles, una catapulta, etc.), utilizando materiales baratos y de fácil acceso para ellos. De alguna manera, esta actividad manipulativa permitirá estimular en ellos una capacidad para el diseño, la creatividad, las habilidades manuales y técnicas; para fomentar un interés por el sentido estético de lo que se construye, etc. Son, todos estos, aspectos esenciales para iniciar un adecuado desarrollo de la alfabetización tecnológica entre los escolares de temprana edad.

¿Cómo planificar una secuencia de enseñanza sobre máquinas simples en primer ciclo?

Como venimos diciendo a lo largo del libro, la puesta en marcha de propuestas didácticas, de corte investigador, debe sintonizar con la visión socio-construccionista del aprendizaje. Esto es, se debe promover la organización de los escolares en equipos de trabajo que aborden el estudio de problemas de interés (próxi-

¹ Cuando decimos barra, estamos simplificando lo que puede ser este componente en una palanca, ya que, también puede ser una tabla plana. O, por ejemplo, una carretilla usada en la construcción no tiene una barra, sino una doble barra donde se apoya, dentro de un habitáculo, la carga que se transporta.

² Si se dispone de un equipo escolar sobre mecanismos simples (por ejemplo, los de LEGO), también puede ser interesante para que los niños diseñen, manipulen y, por tanto, experimenten con palancas.

mos a su contexto natural y sociocultural), partiendo de sus propias ideas, en interacción permanente con los demás, y con diferentes fuentes de información, durante los procesos de construcción de sus nuevos conocimientos. Todo ello, naturalmente, con la ayuda y supervisión del profesor.

De acuerdo con las ideas anteriores, abordaremos a continuación la planificación de una posible secuencia de enseñanza en torno al problema: *¿Qué máquinas hay y para qué sirven?* Para ello, habrá que delimitar y esclarecer el problema mediante la formulación de interrogantes más concretos (o subproblemas), a fin de organizar la exploración de forma comprensible y paulatina. También, para facilitar a los escolares el avance hacia las metas de aprendizaje previstas; y, en definitiva, el desarrollo elemental de su competencia científico-tecnológica, como consecuencia de sus interacciones con máquinas comunes en su medio habitual.

¿Qué investigar sobre las máquinas en primer ciclo?

Teniendo en cuenta lo que acabamos de decir, el desglose del problema en otros más específicos constituye uno de los asuntos más trascendentales en la planificación de la unidad didáctica investigadora. La pregunta de la unidad puede ser abordada con mayor o menor profundidad, y prestando más atención a unos aspectos que a otros, dependiendo no sólo del ciclo de Primaria a la que se dirige, sino también de las características (capacidades, conocimientos previos, etc.) e intereses particulares de los escolares. Por ello, es fundamental que los escolares participen, en la medida de lo posible, en la decisión sobre qué aspectos de las máquinas, implícitos en la pregunta de la unidad, se desean investigar. Ello favorecerá que se impliquen de manera más activa e interesada; algo que debe realizarse en la primera fase de la investigación.

En la tabla 7.2 se ofrece una relación de posibles cuestiones concretas sobre las máquinas y las máquinas simples, que pueden ser abordadas en primer ciclo. Se ha tratado de ordenar los interrogantes según su grado creciente de dificultad.

| |
|--|
| • ¿Qué es una máquina? |
| • ¿Cuántas máquinas diferentes hay en casa? ¿Para qué sirve cada una de ellas? |
| • ¿En qué se parecen y en qué se diferencian unas máquinas de otras? |
| • ¿Cómo es el “Sube y Baja” del parque donde sueles ir a jugar? ¿Cómo funciona? ³ |

³ En éste, y en otros interrogantes, el profesor deberá hacer tantas aclaraciones como sean necesarias para que los escolares sepan a qué situaciones u objetos se refieren concretamente. Se pueden hacer dibujos en la pizarra, enseñar alguna foto, o se pueden buscar imágenes en Internet. Incluso, analizarlos in situ, organizando una visita.

| |
|--|
| • ¿Puede jugar una niña sola en el “Sube y Baja”? ¿Por qué? |
| • ¿Se parecen en algo el “Sube y Baja” y una balanza? |
| • ¿Si usamos una tabla larga de madera como palanca, ¿podríamos levantar del suelo a un compañero de la clase? |
| • ¿Por qué parte del mango debemos coger una gran sartén para levantarla de la mesa con mayor facilidad? |
| • ¿Hay muchas herramientas que son palancas en un taller? |
| • ¿Por qué es más fácil cortar un alambre con unos alicates que con las manos? |
| • ¿Cómo construir una máquina simple que sirva para lanzar bolitas de papel? |

Tabla 7.2. Posibles interrogantes de investigación sobre máquinas simples en primer ciclo de Primaria.

¿Cómo utilizar las ideas y experiencias previas de los escolares sobre máquinas simples?

Al comienzo de la unidad, será importante conocer qué ideas y experiencias tienen los escolares sobre las máquinas simples. Por un lado, se tratará de recabar la información que nos proporcionen los escolares. Se les puede pedir, por ejemplo, que dibujen una máquina; enseñarles algunas fotos de objetos cotidianos para que identifiquen cuáles son máquinas y cuáles no (con inclusión de algunos que sean máquinas simples); etc. Por otro lado, será de utilidad consultar la literatura educativa en relación con las ideas y dificultades de aprendizaje de los escolares, de edades tempranas, sobre las máquinas, y, en particular, respecto a las máquinas simples.

Ya comentamos en el capítulo cuarto que los niños de primer ciclo de Primaria no suelen tener aún una primera idea general de máquina. Y, menos aún, criterios para clasificar tipos de máquinas. Pero sí son capaces de distinguir algunas máquinas concretas por la función específica que desempeñan (por ejemplo, la máquina de coser, la lavadora, etc.). Asimismo, cuando entienden para qué sirve una máquina, ya no les suele interesar el hecho de conocer cómo funcionan.

Como decimos, sí son capaces de identificar algunas máquinas de su entorno cotidiano, aunque son proclives a interesarse por las que poseen mecanismos más complejos⁴, con botones de encendido-apagado, y que funcionan con un motor. Desde muy pequeños, los escolares aprenden que un aparato (máquina)

⁴ Si bien, a edades tempranas el interior de esos aparatos no atrae mucho a los escolares, que, de algún modo, son para ellos como cajas negras.

necesita de algún mecanismo o proceso que active su funcionamiento, y saben poner en marcha el televisor, o algunos de sus juguetes eléctricos. También saben que necesitan pilas, o que hay que enchufarlos a la red eléctrica para que funcionen, etc. Como las máquinas simples no tienen motor ni, la mayoría de ellas, un botón para su puesta en marcha, tal vez ello haga que éstas pasen desapercibidas, como máquinas, para los escolares de estas edades. De ahí que se haga necesario buscar estrategias didácticas que permitan a los escolares reconocer como máquinas (simples), a objetos tales como una cuchara, unas pinzas, unas tijeras o algunos aparatos del parque donde juegan.

¿Qué fases y tareas implementar en el desarrollo de esta investigación escolar sobre las máquinas?

► Fase inicial: planificación de la investigación

La investigación escolar es, típicamente, una estrategia de enseñanza en la que los escolares se agrupan en equipos de trabajo para realizar las tareas orientadas a responder preguntas intrigantes; y, como consecuencia de ello, adquirir un aprendizaje. Una vez aceptada como propia la propuesta de investigar sobre el problema *¿Qué máquinas hay y para qué sirven?*, se promueve una reflexión conjunta del grupo-clase. Ésta permitirá comunicar e intercambiar la información sobre las ideas y experiencias previas, al respecto, de los escolares. Una primera tarea indispensable es la de hacer entre todos un listado de las máquinas que conocen y para qué sirven. Es posible que aquí ya surjan disputas y desacuerdos sobre máquinas concretas que se propongan, en cuanto a si lo son o no y por qué. Pero para abordar más directamente esa cuestión, podemos proponer que cada equipo explore una colección de objetos (reales o fotografiados), que incluya máquinas simples, máquinas complejas y otros objetos que no sean máquinas. Ello invitará al debate para decidir sobre cuáles de ellos son máquinas y cuáles no y por qué. Asimismo, permitirá hacer un primer sondeo sobre los criterios que emplean y hasta qué punto son capaces o no de reconocer las máquinas simples. De la discusión, el intercambio de ideas y opiniones sobre ello, se elaborará, por consenso, unas conclusiones que se pueden expresar en un cartel bajo el título *“¿Qué sabemos al empezar sobre las máquinas?”*

Tras estas primeras conclusiones, se puede hacer una puesta en común para expresar las principales dudas, dificultades, discusiones e inquietudes, generadas por el problema inicial planteado (*¿Qué máquinas hay y para qué sirven?*). Ello proporcionará una rica y valiosa información sobre la demanda de aprendizaje de los escolares respecto a la cuestión investigada. La intervención del profe-

sor, complementando las propuestas de los escolares, permitirá que se planteen también algunas de las cuestiones, incluidas en la tabla 7.2, que los escolares no hubieran formulado y que se consideren importantes considerar también. Con todo ello, se podrá elaborar conjuntamente un segundo cartel titulado “¿*Qué es lo que queremos saber sobre las máquinas?*”. Tanto en ésta como en todas las demás actividades, la intervención y orientación del profesor será esencial para el buen desarrollo y eficacia de las mismas; pero siempre sin suplantar el amplio protagonismo que deben tener los escolares en todo el proceso investigador.

Conocidas las necesidades e intereses de la clase, todo ello expresado públicamente en un cartel (estará a la vista durante toda la investigación), habrá que organizarse para realizar la investigación. Esto implica la elaboración conjunta de un pequeño plan sobre cómo se llevará a cabo el proceso. Una opción podría ser repartir los subproblemas entre los diferentes equipos, y que luego cada equipo informe a la clase y se debata al respecto. Así, todos los equipos terminarían aprendiendo sobre lo que han investigado los demás. Sin embargo, en esta unidad inicial puede ser más interesante que todos los interrogantes planteados sean abordados por todos los equipos. De este modo, tras la indagación de cada cuestión, se puede hacer una puesta en común donde los equipos expongan sus avances y primeras conclusiones, a fin de que éstas puedan ser debatidas.

El plan de investigación que se adopte, debe ser tenido en cuenta por todos los equipos, de forma que haya una guía común que especifique qué harán en cada momento, qué recursos y procedimientos van a utilizar, etc. No obstante, dada la edad de estos escolares, la permanente intervención clarificadora y orientadora del profesor será trascendental para la adecuada y fructuosa marcha de la investigación escolar planificada.

► **Fase de desarrollo: búsqueda de información y construcción del conocimiento escolar**

Establecido el plan de trabajo y la estrategia metodológica, se procede a investigar en cada equipo sobre los diferentes interrogantes planteados. Para la búsqueda de información se recurrirá a las fuentes acordadas: biblioteca, Internet, u otras fuentes que puedan resultar útiles en esta tarea. Se recomienda, en este sentido, que los escolares involucren también a sus familiares y realicen con ellos observaciones directas sobre las máquinas que puedan tener en casa, en el parque infantil que suelen frecuentar, etc.

Durante la búsqueda de información, el profesor prestará cuanta ayuda sea necesaria a los equipos, orientando la organización y discusión de la información obtenida; haciendo las aclaraciones necesarias ante las dudas surgidas, y promo-

viendo las estrategias didácticas y metodológicas oportunas para que los escolares superen los obstáculos y dificultades que se les vayan presentando.

Como hemos avanzado, se deben determinar momentos en los cuales los equipos expongan sus avances al resto de compañeros, con objeto de debatir las conclusiones parciales que cada equipo va alcanzando. En estas actuaciones, se favorecerá que argumenten sus ideas, pregunten sus dudas, y expresen sus acuerdos y/o desacuerdos. El profesor tiene un papel relevante en este proceso, en el que, además de favorecer el debate, introducirá todos los comentarios, valoraciones, aprobaciones, propuestas de mejora, etc., que estime pertinentes, a fin de que los escolares puedan progresar satisfactoriamente en su aprendizaje.

Aun cuando existe multitud de posibles actividades para abordar la investigación de los diferentes subproblemas o interrogantes formulados, a continuación describimos sintéticamente (Tabla 7.3) algunas de las que podrían desarrollarse en relación con los interrogantes planteados en la tabla 7.2, y que bien podrían constituir una posible secuencia de enseñanza para el desarrollo de la unidad.

| SUBPROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN | POSIBLE SECUENCIA DE ACTIVIDADES ⁵ |
|-------------------------------|--|
| 1. ¿Qué es una máquina? | A.1. Se pide a los escolares que dibujen una máquina. (La información obtenida de estos dibujos será determinante para el enfoque y desarrollo del resto de actividades). A.2. Se hace entre todos una lista de máquinas que conocen y para qué sirven. A.3. Se elabora entre todos una definición sobre qué es una máquina, que sirva para todas las máquinas: simples o complejas. A.4. Se les pide entonces que identifiquen máquinas entre diferentes objetos y artilugios reales o presentados en fotografías. |

⁵ Optamos por no clasificar las actividades en diferentes tipos, ya que pensamos que cualquiera de ellas puede destinarse a diferentes fines del proceso de aprendizaje, según las necesidades e intereses de cada contexto de aula. Somos partidarios, más bien, de que sea el profesor que las implemente, con las adaptaciones pertinentes, quien decida el momento y la finalidad de cada una. No obstante, si el lector desea profundizar en ello, se sugiere la consulta de Cañal, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.

| | |
|---|---|
| <p>2. ¿Cuántas máquinas diferentes hay? ¿Para qué sirve cada una de ellas?</p> <p>3. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian unas máquinas de otras?</p> | <p>A.5. Después de haber realizado y discutido la A.4 en clase, se pide a los escolares que identifiquen objetos habituales de casa, que puedan ser catalogados como máquinas.</p> <p>A.6. En cada equipo deben describir para qué sirven los distintos objetos, elegidos como máquinas en la A.5. y, si es posible, que expliquen también cómo funcionan.</p> <p>A.7. Hecho lo anterior, cada equipo debe agrupar los distintos objetos según su similitud de funcionamiento.</p> <p>A.8. De todos los objetos se seleccionarán los que pueden funcionar como una palanca: lápiz, regla, destornillador, abrelatas, etc.</p> |
| <p>4. ¿Cómo es el “Sube y Baja” del parque donde sueles ir a jugar? ¿Cómo funciona?</p> <p>5. ¿Puede jugar una niña o un niño solo en el “Sube y Baja”? ¿Por qué?</p> <p>6. ¿Se parece en algo el funcionamiento del “Sube y Baja” y el de una balanza?</p> | <p>A.7. Se programaría una visita a algún parque infantil cercano al centro escolar, a fin de que los escolares puedan experimentar⁶ con algunos de los aparatos que son palancas, como el “Sube y baja”, y que luego cada equipo intente responder a los interrogantes de la izquierda. Después, la discusión de las conclusiones, las dudas surgidas, etc., pueden realizarse en el mismo parque, si éste dispone de algún lugar amplio para que los escolares puedan desarrollar dicha tarea; o bien, se hace de vuelta a clase.</p> |
| <p>7. ¿Cómo podríamos levantar del suelo a un compañero de clase usando una larga tabla de madera y un ladrillo?</p> <p>8. ¿Por qué parte del mango debemos coger una gran sartén para levantarla de la mesa con mayor facilidad?</p> | <p>A.8. Con ayuda de un ladrillo, como punto de apoyo, y una tabla de unos 2,5 metros de longitud, 30 centímetros de ancha y unos 5 centímetros de gruesa, los equipos de escolares montan una palanca y experimentan con ella. Se trata, manipulando sus características (cambiando la carga a levantar, la fuerza aplicada, el punto de apoyo, etc.), que observen cómo cambia su funcionamiento en lo relativo a las variaciones de la ventaja mecánica de la máquina.</p> <p>A.9. Con la sartén se realiza una experiencia similar a la experiencia 3, descrita en el capítulo 6.</p> |

⁶ Obviamente, nos referimos a experimentar desde la perspectiva científica escolar que promueve la unidad didáctica, pues los niños suelen llegar a Primaria con amplia experiencia de juego con los diversos aparatos de los parques infantiles.

| | |
|---|--|
| <p>9. De las distintas herramientas que suele haber en un taller, ¿cuáles crees que son máquinas y por qué?</p> <p>10. ¿Por qué es más fácil cortar un alambre con unos alicates que con las manos?</p> | <p>A.10. Se organiza una visita a algún taller escolar de Tecnología para conocer las herramientas habituales y experimentar en qué consiste la ventaja mecánica y utilidad de cada una de ellas.</p> |
| <p>11. ¿Cómo construir una máquina que sirva para lanzar bolitas de papel?</p> | <p>A.11. Se trata de que los equipos, con la ayuda del profesor, construyan una sencilla catapulta⁷ o artilugio similar, a fin de que pongan en práctica algunas de las ideas adquiridas sobre las palancas y su funcionamiento. Si bien se debe dar rienda suelta a la imaginación de los escolares, y valdrá cualquier palanca que cumpla con la acción encomendada. No obstante, si se desea promover un diseño un mínimamente elaborado, vendrá bien que puedan ver uno ya construido (véase, como ejemplo, la fotografía de la figura 1), observando los materiales con los que está construido, sus dimensiones y observar cómo funciona.</p> |

Tabla 7.3. Posible secuencia de actividades en relación con los diferentes subproblemas para el desarrollo de la unidad didáctica.

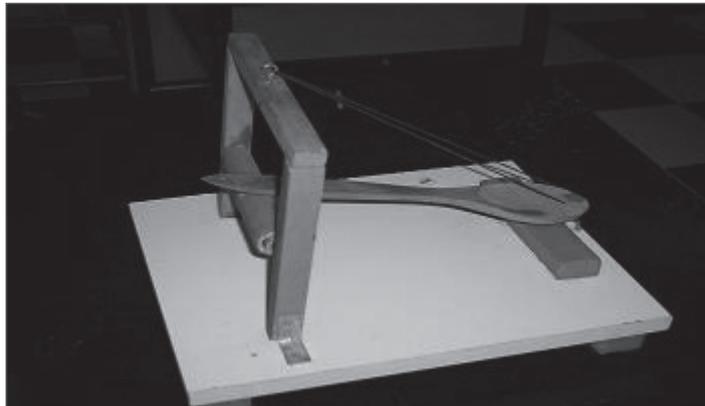


Figura 7.1. Un modelo complejo de catapulta realizado por escolares.

⁷ Otra posibilidad para su construcción es mediante el uso de un equipo escolar destinado para el montaje de mecanismos simples, como pueden ser los kits de Lego.

► Fase final: Conclusiones globales

Una vez que han sido abordados los subproblemas, presentados y discutidos en clase los progresos y conclusiones sobre los mismos, con las críticas pertinentes y constructivas del profesor, es aconsejable que cada equipo exponga al resto de compañeros cómo ha sido la experiencia para ellos y qué cosas han aprendido sobre las máquinas. Sería una sesión de clase que podría denominarse *¿Qué hemos aprendido sobre las máquinas?* Esta tarea puede contribuir a que los escolares realicen una síntesis y estructuración de los hechos y fenómenos observados, de los conceptos aprendidos, de los procesos y habilidades adquiridas, así como de las actitudes desarrolladas en relación con las máquinas, en general, y sobre las palancas de su entorno más inmediato. Ello, además, favorecerá el desarrollo de la competencia comunicativa.

PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA INVESTIGADORA PARA SEGUNDO CICLO DE PRIMARIA «¿CÓMO FUNCIONA UNA CÁMARA OSCURA?»

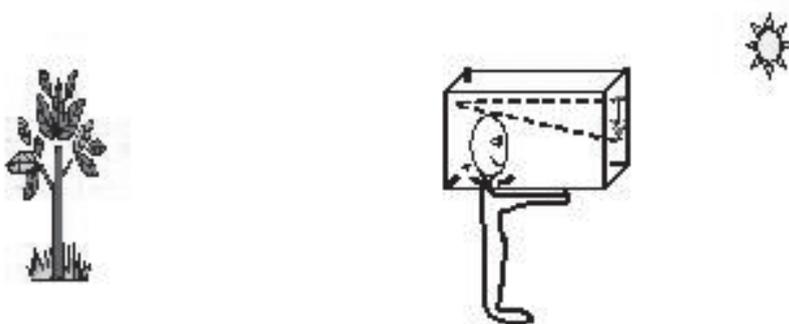


Figura 7.2. Esquema de una persona observando un árbol con una cámara oscura elaborada con una caja de cartón (Véase el capítulo 6).

Uno de los fenómenos que puede intrigar más a un escolar es cómo se forman las imágenes en una cámara fotográfica. Afortunadamente, su antecedente, la elemental cámara oscura, se puede construir y utilizar con facilidad⁸ en la escuela para tratar de responder a dicha pregunta. La visualización de imágenes

⁸ Es fácil encontrar literatura sobre la cámara estenopeica (“pinhole camera”) que, dotada de un diafragma del grosor de un alfiler y una pantalla de papel fotosensible, constituye una rudimentaria cámara de fotos, adecuada para adolescentes. Aquí proponemos utilizar, con los escolares, algo más inmediato: una cámara de visión directa y de proyección en pantalla opaca, similar a la habitación que servía originariamente de cámara oscura.

con una cámara oscura es de esas experiencias que suelen provocar entusiasmo en los escolares. Sus expectativas se culminan si, además, el prototipo de cámara ha sido construido por ellos mismos, con materiales accesibles y en poco tiempo. El conocimiento adquirido sirve para entender cuestiones como el proceso de la visión, y determinadas vivencias relacionadas con fenómenos ópticos. Nos referimos a la experiencia que hemos podido tener cuando, en una habitación a oscuras, donde la luz apenas penetra por pequeñas aberturas, se proyectan en la pared imágenes de objetos móviles del exterior, que se desplazan en sentido opuesto al que se mueven dichos objetos.

La unidad didáctica que proponemos, para segundo ciclo de Primaria, tiene como motor de investigación el problema siguiente: *¿Cómo funciona una cámara oscura?* Dicho problema se puede asociar a la pregunta que probablemente subyace en la mente de algunos de los escolares: *¿cómo se forman las imágenes en las cámaras fotográficas?*

La relación de este problema específico con los generales, establecidos en el proyecto INM (6-12) para el ámbito, se detallan en la tabla 7.4.

| CICLO | PROBLEMA ESPECÍFICO A INVESTIGAR | PROBLEMAS GENERALES DEL ÁMBITO (SE RESALTAN EN NEGRITA LOS QUE ESTÁN MÁS RELACIONADOS CON EL PROBLEMA ESPECÍFICO) |
|---------------|-----------------------------------|--|
| Segundo ciclo | ¿Cómo funciona una cámara oscura? | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es una máquina y para qué sirve? • ¿Qué tipos de máquinas existen? • ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? • ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia? • ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? • ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? • ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |

Tabla 7.4. Relación del problema de investigación de la unidad didáctica, para segundo ciclo de Primaria, con los problemas generales del ámbito de máquinas y artefactos en el proyecto INM (6-12).

Para abordar la investigación escolar, contaríamos con una cámara de cartón construida tal como hemos descrito en una de las experiencias del capítulo 6.

¿Qué debemos saber sobre la cámara oscura?

A pesar de la sofisticación de las cámaras modernas, el cuerpo óptico de una cámara fotográfica se puede simplificar en una *cámara oscura* (una caja totalmente cerrada a la luz salvo por un único orificio), y una(s) lente(s). Por ello, en esta unidad nos centraremos en la cámara oscura.

Los escolares pueden aprender, en progresión de dificultad creciente, lo siguiente:

1. Reconocer una cámara oscura y conocer su origen.
2. Construir una cámara real y conocerla en acción, observar con ella, y generalizar este modelo de artefacto simple de formación de imágenes al ojo y a la cámara fotográfica.
3. Pasar de una descripción pobre como “imagen mejor /peor” a una descripción más rica, a través de atributos de la imagen, como tamaño, iluminación o nitidez.
4. Comenzar a escuchar y manejar algunos términos/conceptos de óptica: objeto, imagen, fuente de luz, rayo, sombra, etc.
5. Investigar cómo pueden cambiar atributos de la imagen en la cámara oscura construida.
6. Comenzar a pensar sobre el mecanismo de formación de imágenes.

Veamos de forma más extensa cada uno de estos puntos:

1. Mediante información oral, lecturas e imágenes, los escolares podrán llegar a familiarizarse con el concepto de cámara oscura, la idea fundamental de su funcionamiento, y conocer algo de su evolución a través de la historia. En síntesis, los niños y niñas pueden ir conociendo datos como los siguientes:
 - La cámara oscura se conoce desde los tiempos de Aristóteles, hace más de 2000 años.
 - En el siglo XI, científicos árabes realizaron experiencias con cámaras oscuras, construidas a modo de tiendas de campaña.
 - Algunos pintores se sirvieron de éste artefacto para *copiar* paisajes.
 - Siglos más tarde, la cámara oscura se dota de una lente (llamada objetivo), se reduce su tamaño y se construye de madera, dándole forma de caja: es el origen de todas las cámaras fotográficas actuales.
 - En algunas ciudades europeas existen cámaras oscuras en torres de alto valor histórico, estratégicamente situadas, ofreciendo vistas de la ciudad. En Andalucía encontramos la “Torre Tavira” (en Cádiz) y la “Torre de los perdigones” (en Sevilla).

2. Aprender qué es una cámara oscura construyéndola y observando las imágenes invertidas que proyecta; lo que proporciona la adquisición de muchas competencias. Como primer objetivo, se pretende que vean, sencillamente, que las imágenes *aparecen y se ven* en la cámara que ellos han construido. Una vez que han verificado que funciona, a pesar de ser un artefacto tan simple, estarán en condiciones de establecer un paralelismo formal con la cámara fotográfica y con el ojo, identificando su esencia: una caja estanca a la luz, salvo por un pequeño orificio.

3. Se puede efectuar un primer contacto con algunas nociones de óptica, como:

- Establecer la distinción entre el *objeto real* y la *imagen* (del objeto).
- Comenzar a pensar en la *propagación de la luz en línea recta*, a través del concepto de *rayo*.
- Pensar en la *visión como recepción de rayos* de luz en nuestros ojos.
- Considerar la *reflexión de los rayos de luz* sobre los objetos iluminados.
- Imaginarse la *formación de una imagen* proyectada en una pantalla. Para ello se pueden establecer dos niveles de formulación con fines educativos (ver figura 7.3): Nivel 1: a partir de rayos que unen punto objeto–punto imagen. Nivel 2: a partir de conos de luz que parten de cada punto objeto.

El segundo nivel queda totalmente descartado para enseñar la formación de imágenes en Educación Primaria, de forma que sólo abordaríamos la imagen como el resultado del *impacto* de los *rayos* en la pantalla.

Es decir, si decidiésemos abordar el mecanismo de formación de imágenes, pretenderíamos que los escolares comenzasen a imaginar que:

- la imagen está construida a partir de puntos brillantes
- cada punto procede de la proyección de un rayo
- estos rayos parten de los objetos iluminados que reflejan la luz (que les llega de una fuente luminosa)

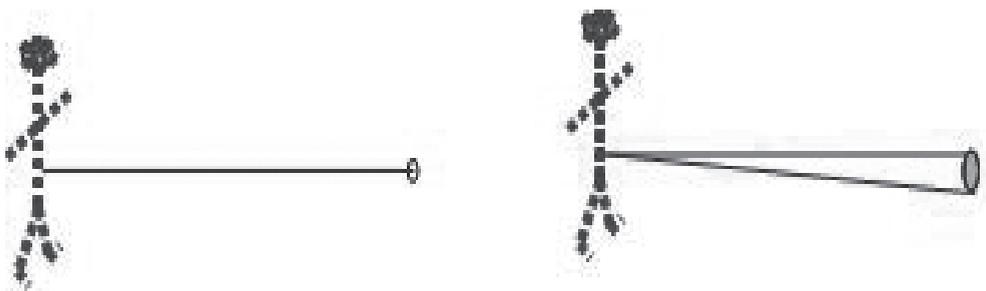


Figura 7.3. a) Punto-objeto y punto-imagen unidos por un rayo. b) Punto-objeto y mancha-imagen, unidos por el haz cónico de rayos de luz que emite el primero.

Los tres elementos de conocimiento anteriores, son importantes para comprender la formación de la imagen invertida en la cámara oscura.

4. Los escolares pueden enriquecer su descripción de una *imagen* y describirla a través características perceptibles como el tamaño, la iluminación y la nitidez. Es decir, además del *tamaño*, los escolares, con cierto entrenamiento, pueden llegar más allá con la descripción de sus observaciones y distinguir, por ejemplo, una imagen con colores intensos de otra con colores pálidos (iluminación); o una imagen nítida de otra borrosa (nitidez).
5. Utilizando la cámara oscura pueden aprender que algunas de esas características de la imagen pueden modificarse, cambiando el tamaño del orificio, y otras, cambiando la luz que ilumina el objeto, o la distancia de la cámara al mismo.
6. Centrándonos en el artefacto que produce las imágenes (la cámara oscura), los escolares (guiados por interrogantes a los que dar respuestas), pueden aprender el “secreto” de la formación de imágenes. Asimismo, con vistas a avanzar en ello más adelante, todavía en su formación obligatoria, pueden empezar a familiarizarse con esquemas y explicaciones como las que se indican a continuación.

¿Cuál es el secreto de la formación de las imágenes? Es muy simple: que sólo exista un pequeño orificio para entrada de la luz. Partimos de la idea de que vemos los objetos porque reflejan la luz de una fuente luminosa y esos rayos reflejados van a nuestros ojos o a una pantalla.

Muchos dispositivos ópticos dejan pasar la luz a través de un pequeño orificio o diafragma, por ejemplo, la pupila en el ojo. ¿Qué función tiene? No dejar pasar todos los rayos; sólo “caben” a través de él una pequeña porción. ¿Qué efecto produce esa selección de los rayos sobre la pantalla? Veámoslo en la figura 7.4, en la que tenemos un muñeco delante de una pared blanca (pantalla):

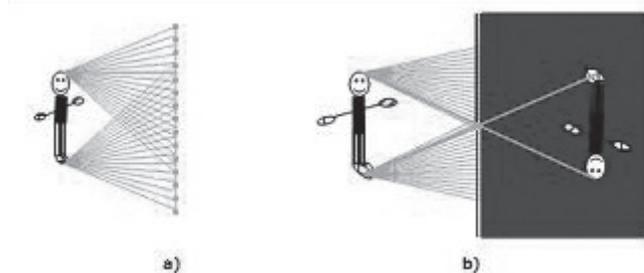


Figura 7.4. a) Cada punto de un muñeco iluminado refleja los rayos de luz en todas direcciones, y estos se dirigen a una pantalla. No hay puntos preferentemente iluminados, no hay imagen. b) El diafragma provoca un efecto seleccionador de rayos.

Supongamos que el pequeño agujero no existe y que colocamos delante de un muñeco iluminado, una pantalla, un negativo, o papel sensible, en espera de que se reproduzca la imagen. El resultado no llegaría nunca; la imagen no aparece proyectada porque todos y cada uno de los puntos del sujeto reflejarían rayos en todas las direcciones (reflexión difusa), hacia todos y cada uno de los puntos de la pantalla.

¿Por qué en la cámara oscura sí aparece una imagen? La clave está en el diafragma. Imaginemos el muñeco iluminado por el Sol. Hemos dicho que cada punto del muñeco iluminado refleja rayos luminosos en todas direcciones. Si interponemos una pared con un pequeño orificio, sólo pasarán algunos rayos hacia la pantalla: procedentes de la cabeza, sólo pasarán los que se dirigen hacia abajo; procedentes de los pies, sólo pasarán los que se dirigen hacia arriba; de la derecha del objeto, sólo llegarán a la izquierda de la pantalla,...

En relación con las características de las imágenes, cabe preguntarse: *¿Cómo son las imágenes en una cámara oscura?* Las imágenes aparecen invertidas, por los motivos que ya se han expuesto. Otras características de la imagen que los escolares pueden explorar son su nitidez y su iluminación, planteándose preguntas como:

- ¿De qué depende la iluminación de la imagen?
- ¿De que depende el tamaño de la imagen en la cámara oscura?
- ¿De qué depende la nitidez de la imagen?

¿Qué investigar sobre la cámara oscura en segundo ciclo?

Teniendo en cuenta que el problema general es *¿Cómo funcionan las máquinas?*, y que la unidad investigadora tendrá como motor el problema *¿Cómo funciona una cámara oscura?*, pueden surgir numerosos interrogantes en torno a este artefacto. Algunos de los problemas específicos que pueden abordar inicialmente los escolares se recogen en la tabla 7.5.

| |
|--|
| • ¿Qué es una cámara oscura? |
| • ¿Quién la inventó y cómo era? |
| • ¿Se verán realmente imágenes en una cámara hecha con una caja de cartón? |
| • ¿Serán en color las imágenes o en blanco y negro? |
| • ¿Por qué hay que esperar un poco hasta ver claramente las imágenes dentro? |
| • ¿Por qué se ven las imágenes al revés? |

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué pasará si cambiamos el tamaño del orificio de la cámara? |
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué podemos hacer para que la imagen “se vea más nítida, mejor iluminada o más grande?” |

Tabla 7.5. Posibles interrogantes de investigación en torno a la cámara oscura.

¿Qué debemos saber acerca de las experiencias e ideas previas de los escolares en relación con la cámara oscura?

Al abordar los interrogantes de la investigación, los escolares pueden hacer explícitas algunas ideas personales de diversa naturaleza y origen. A continuación exponemos una selección de los datos que se pueden encontrar actualmente en revistas y libros, en torno a cada uno de los aspectos que están más relacionados con la cámara oscura y su funcionamiento.

El proceso de la visión se interpreta por los escolares de diferente forma, según se trate de objetos luminosos o no luminosos. Si los objetos son luminosos, suelen pensar que los vemos porque la luz que emiten nos llega a los ojos; pero si los objetos no son luminosos, es frecuente que crean que los ojos emiten algo que permite ver esos objetos. Quizás la visualización de imágenes en la cámara oscura, y la verificación del papel fundamental del diafragma, ayuden a desmontar dicha concepción. En este caso, es posible que pasen por un estadio en que razonen mediante un desdoblamiento, considerando que los procesos “*ver un objeto o una imagen*” y “*recibir luz procedentes de ellos, en los ojos*” son independientes.

En lo que respecta a la propagación de los rayos de luz, pueden considerar tanto que la propagación de la luz transcurre en línea recta como que no lo hace, según el ejemplo específico. Cuando suponen que se propaga en línea recta, suelen creer que lo hace mediante un solo rayo y en una dirección preferente (es la más implicada en el problema que se tiene entre manos, a saber: la recta existente entre una fuente luminosa y el centro del objeto iluminado, o sólo el rayo que se dirige en línea recta desde un objeto hacia el diafragma de la cámara). No se contempla para este nivel, que de cada punto del objeto pueden salir reflejados muchos rayos, y en todas direcciones.

Sobre la formación de imágenes, hay varias cuestiones que comentar. En una primera fase, la concepción intuitiva de “*imagen*”, consiste en un “*esquema holístico*” donde aquella es una “*réplica corpórea del objeto*”, emitida por éste, que se puede mover, quedar estacionaria o rotar como un todo. Los escolares que poseen este esquema no usan ningún mecanismo de formación de imágenes ni de su transferencia. De ahí que, según ellos, la imagen pueda viajar por el espacio,

hacerse pequeña al pasar por el diafragma de la cámara oscura, y aumentar de tamaño y/o invertirse al salir de éste.

Los escolares pueden obviar que la propagación de la luz transcurre en línea recta, de forma que para explicar la formación de una imagen en la cámara (después de haberla observado) pueden pintar dos rayos convergentes antes de pasar por el diafragma; y divergentes al salir de éste, de forma que cada rayo *se ha quebrado*, cambiando radicalmente de dirección al pasar por el orificio. También pueden entender, a veces, como si la luz o los diafragmas tuvieran un papel “activo”, con un efecto tal que un haz luminoso puede “adelgazar” para atravesar un orificio pequeño.

Espontáneamente, los escolares no utilizan haces cónicos de rayos para la construcción de imágenes (nivel de formulación más abstracto), sino líneas rectas (rayos).

El “*esquema holístico*” evoluciona a otro de “*imagen proyectada*”, donde cada punto de la imagen está relacionado con el punto correspondiente del objeto mediante un solo rayo, que se encarga de la transferencia de luz. Como hemos dicho, este nivel de formulación del mecanismo de formación de imágenes (con correspondencias entre puntos a través de rayos) puede ser la meta de referencia en niveles educativos más elementales, pues proporciona explicaciones satisfactorias para comprender la inversión de la imagen en la cámara oscura (aunque es insuficiente para explicar su mayor o menor nitidez, en función del tamaño del diafragma). Este mecanismo de formación de imágenes, punto por punto, permite también explicar cómo puede variar el “tamaño de la imagen”. Sin embargo, el mecanismo de formación de imágenes mediante haces luminosos, que atraviesan el diafragma, es imprescindible para entender la característica “nitidez de la imagen”, como hemos venido argumentando.

Los factores que pueden modificar las características de la imagen en la cámara, se pueden abordar en torno a las tres características perceptibles que venimos citando; esto es:

- Sobre la iluminación de la imagen, los escolares entienden con facilidad que la apertura del diafragma influye en la iluminación y que *a mayor apertura mayor iluminación*.
- Sobre el tamaño de la imagen, en contra de lo que comprobarán en la experiencia, los escolares pueden predecir que la apertura del diafragma influye en el tamaño de la imagen y que *a mayor diafragma se observará una imagen mayor*. Esta idea no se puede modificar en este nivel salvo con la *fuerza de los hechos observados*, y con la idea de que un posible aumento de tamaño no sería apreciable.
- Que la longitud de la cámara puede influir en el tamaño de la imagen es algo que podrían aceptar los escolares, pero no todos predicen que las cámaras

más largas producirán imágenes mayores, sino que algunos aplicarán inadecuadamente su experiencia sobre los objetos lejanos y crearán lo contrario.

- Sobre la nitidez de la imagen, los escolares no se plantean espontáneamente que la apertura del diafragma influye en la nitidez de la imagen, de forma que carecen de un obstáculo a priori que interfiera en el conocimiento que adquirirán con la experiencia: los diafragmas grandes producen imágenes borrosas. Pero conocido este hecho, sí que lo interpretan inadecuadamente, explicándolo en el sentido de que *entra demasiada luz*, estableciendo un paralelismo con su experiencia de *verse deslumbrados* cuando miran a una potente fuente luminosa.

¿Qué fases y tareas se pueden proponer para el desarrollo de la investigación escolar sobre la cámara oscura? ¿Qué actividades incluir y cómo secuenciarlas?

► **Fase inicial: planificación de la investigación**

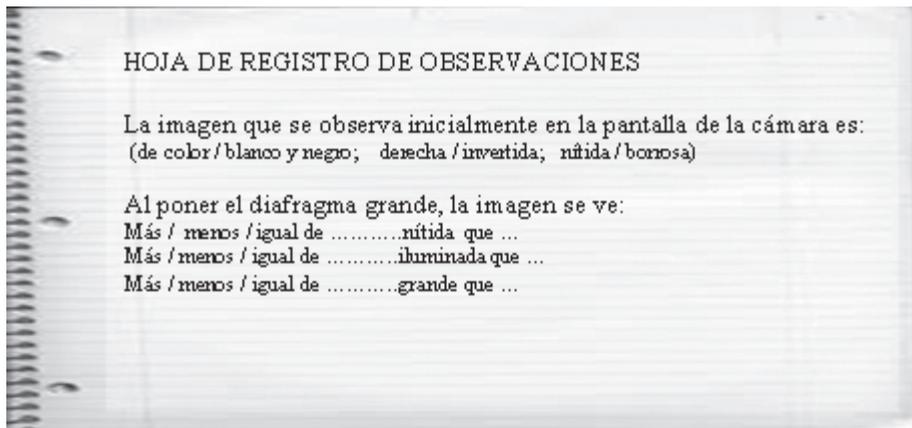
Para entrar a planificar esta investigación escolar sobre la cámara oscura, necesitamos previamente haber construido una o más de estas máquinas. Este proceso de construcción necesitaría, a su vez, una fase de planificación para distribuir las tareas de recolección de los materiales y para la construcción de la cámara; lo que se llevaría a cabo en la forma en que hemos descrito en una de las experiencias propuestas en el capítulo 6.

En coherencia con las propuestas básicas del proyecto INM (6-12), los escolares trabajarán en grupos, tanto para planificar la construcción de la cámara como para su utilización. En la construcción puede venir bien la ayuda de adultos y en la utilización de la cámara (que es una caja del tamaño de un horno), se necesita la colaboración de varias personas: el observador que introduce dentro la cabeza y los compañeros que le asisten orientando el diafragma hacia el objeto a observar. Además, si se desea investigar cómo se pueden modificar algunas características de la imagen, el observador de dentro de la cámara necesita de la ayuda de personas del exterior para realizar las operaciones pertinentes. Todas estas circunstancias se anticiparán y expresarán por escrito en un plan de investigación, realizado con la colaboración de todos.

► **Fase de desarrollo: desde la expresión y contraste de las ideas, experiencias y conocimientos previos a la construcción de conocimiento escolar**

Seleccionado y conocido el objeto de estudio, cada equipo participará en una serie de tareas en las que tenga oportunidad de:

- Conocer y pensar en las cuestiones específicas planteadas sobre cómo es la imagen que se observa y qué puede hacerse para obtener mejoras.
- Responder, por escrito y en equipo, a las preguntas de forma tentativa y provisional, a modo de hipótesis, sobre lo que puede ocurrir.
- Conocer el inventario de respuestas de toda la clase a cada pregunta y tomarlas como posibles hipótesis que compiten entre sí.
- Realizar las pruebas correspondientes con la cámara, previa preparación de una hoja de registro sencilla (Figura 7.5) que permita anotar los resultados de las observaciones:



HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACIONES

La imagen que se observa inicialmente en la pantalla de la cámara es:
(de color/blanco y negro; derecha/invertida; nítida/borrosa)

Al poner el diafragma grande, la imagen se ve:

Más / menos / igual denítida que ...

Más / menos / igual deiluminada que ...

Más / menos / igual degrande que ...

Figura 7.5. Hoja de registro de observaciones de imágenes en la cámara oscura.

En la hoja se prevé lo que se va a comprobar con la cámara, aunque es posible que luego se añada alguna indagación más, o se registren resultados no previstos.

- ✓ Una vez preparada la hoja, se saldrá al patio de colegio, en un día soleado y durante una media hora, para realizar las visualizaciones con la cámara oscura y hacer sus anotaciones en la hoja de registro. Los escolares, de acuerdo con el proyecto de investigación elaborado, podrán realizar comprobaciones con diferente nivel de dificultad, como las siguientes:
 - Observar, sencillamente, la presencia de la imagen del objeto real al que dirijan el orificio de la cámara, en la pantalla de ésta.
 - Constar que la imagen es coloreada, como el objeto real, y que está invertida.
 - Realizar algún control de variables, eligiendo sólo una variable de la imagen cuyos cambios sean claramente perceptibles, como por ejemplo:
 - * Cambiar la iluminación en dos niveles extremos: luz directa del sol / luz artificial.

- * Cambiar la distancia del objeto varios metros: observar a un compañero situado a diez pasos y al mismo compañero situado a una distancia doble.
 - * Cambiar el tamaño del diafragma. En este caso, tendríamos que ayudar a los escolares para que cada vez no modifiquen más que un factor y mantengan constantes los demás.
-
- ✓ A la vista del inventario de hipótesis y de la experiencia con la cámara, redactar unas conclusiones: unas respuestas provisionales a las preguntas planteadas. En este momento hay que contar con que existan resultados bastante seguros y resultados que no sean concluyentes. Esta circunstancia debe ser conocida y aceptada por los escolares como una situación normal en una investigación: puede que no haya acuerdo entre todos los componentes del equipo, o que no se carezca de apoyos sólidos para definirse con seguridad; por lo que no se debe *forzar las conclusiones*.
 - ✓ Búsqueda y consulta de información (además de la que pueda facilitar el maestro). De esta forma los escolares pueden afianzar, o poner en cuestión, las conclusiones de su experiencia y de sus razonamientos intuitivos.
 - ✓ Revisión final del informe de conclusiones de cada equipo.

► **Fase final: Conclusiones globales y recapitulación**

En esta fase se lleva a cabo la puesta en común de conclusiones y recapitulación final con respuestas más definitivas a las preguntas inicialmente planteadas. Cada equipo expone al resto de la clase: a) las conclusiones definitivas de su investigación, b) los resultados no concluyentes, y c) los efectos no esperados. Al maestro le corresponde regular la sesión con objeto de que no resulte repetitiva y tediosa. Además, cada equipo debe realizar una selección de la información a comunicar y, a medida que se van sucediendo las exposiciones, sólo indicar si sus resultados coinciden con algunos de los ya expuestos y/o añadir aspectos novedosos. Con todos los datos, el docente realiza la recapitulación final.

Acabada esta fase, se debería extender el conocimiento hacia otros ámbitos próximos más generales, abordando cuestiones como las que planteamos en la tabla 7.6.

| PROBLEMA GENERAL | ACTIVIDADES PARA AVANZAR EN LA GENERALIZACIÓN (IDEAS PERSONALES, DEBATES EXPERIENCIAS, CONCLUSIONES, ETC.) |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es una máquina y para qué sirve? | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué otras máquinas relacionadas con la formación de imágenes conoces? |
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? | <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué se parecen el ojo humano y la cámara oscura? • ¿En qué se parecen entre sí las máquinas que captan imágenes? |
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambia a lo largo de la historia? | <ul style="list-style-type: none"> • ¿La cámara oscura de los griegos se parece a nuestras cámaras fotográficas? ¿Qué se añade a las máquinas actuales que captan imágenes y para qué? |

Tabla 7.6. Relación de los problemas generales con actividades para avanzar en la generalización.

PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA INVESTIGADORA PARA TERCER CICLO DE PRIMARIA «¿POR QUÉ LOS AUTOMÓVILES SON COMO SON?»

A continuación, describimos las líneas básicas de una unidad didáctica investigadora para estudiar el automóvil, como objeto tecnológico, en el tercer ciclo de Primaria. La elección de esta máquina compleja se debe a su potencial didáctico, pues (i) resulta sumamente familiar para los escolares; (ii) es idónea para tratar un aspecto esencial en la alfabetización científico-tecnológica hoy demandada: el análisis de las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), que en el caso del automóvil son manifiestamente notorias; y (iii) puede compararse convenientemente con un ser vivo en cuanto a sus características anatómicas, funcionales y a sus procesos de cambio evolutivo. La unidad se organiza, pues, en torno a la investigación del problema *¿Por qué los automóviles son como son?*, cuyo planteamiento en el aula permite el abordaje de varios de los problemas generales del ámbito de máquinas y artefactos, tal y como se indica en la tabla 7.7.

| CICLO | PROBLEMA ESPECÍFICO A INVESTIGAR | PROBLEMAS GENERALES DEL ÁMBITO (SE RESALTAN EN NEGRITA LOS QUE ESTÁN MÁS RELACIONADOS CON EL PROBLEMA ESPECÍFICO) |
|--------------|--|--|
| Tercer ciclo | ¿Por qué los automóviles son como son? | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es una máquina y para qué sirve? • ¿Qué tipos de máquinas existen? • ¿Cómo funciona una máquina y qué necesita para hacerlo? • ¿Cómo se inventan las máquinas y por qué cambian a lo largo de la historia? • ¿Qué importancia tienen las máquinas en la actualidad? • ¿Qué problemas sanitarios y ambientales generan las máquinas? • ¿Qué tipos de máquinas permiten una interacción saludable y sostenible con el entorno? |

Tabla 7.7. Relación del problema de investigación de la unidad didáctica, para tercer ciclo de Primaria, con los problemas generales del ámbito de máquinas y artefactos en el proyecto INM (6-12).

¿Qué deben saber los escolares de tercer ciclo de Primaria sobre el automóvil y su evolución?

Desde su invención en 1886 por el ingeniero alemán Karl Benz, el automóvil ha evolucionado considerablemente hasta nuestros días; basta comparar los modelos y prestaciones de los primeros automóviles con los que hoy conocemos. Junto al teléfono o el televisor, el automóvil es uno de los objetos tecnológicos de mayor expansión, trascendencia y arraigo en la sociedad actual; pero también uno de los más controvertidos. Frente a sus indudables prestaciones como medio de transporte, y sus connotaciones socioculturales (por ejemplo, como símbolo de *estatus social*), origina una serie de consecuencias manifiestamente negativas. El ingente número de automóviles que cada día circula en las ciudades, con una tecnología basada en el consumo de combustibles fósiles, (a) tiene efectos adversos para la salud (problemas respiratorios, cardiovasculares,...) y el entorno (contaminación atmosférica, acústica, etc.); (b) contribuye a acrecentar el problema actual y global de demanda energética; y (c) supone una de las mayores causas de muerte accidental en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año fallecen 1,2 millones de personas en accidentes de tráfico.

El estudio del automóvil es, por tanto, idóneo para abordar aspectos de actualidad y esenciales para una adecuada alfabetización científico-tecnológica. Pero debe abordarse sin promover un estudio profundo y exhaustivo del mismo, pues

resultaría complejo para los escolares de tercer ciclo de Primaria, además de que desvirtuaría la finalidad de una propuesta didáctica como ésta, orientada a tratar el tema de manera global, sistémica y contextualizada.

Así pues, un conocimiento escolar deseable (integrado, significativo y funcional), en torno al sistema automóvil y orientado para el último ciclo de Primaria, podría girar en torno a las siguientes ideas básicas:

- El automóvil es un sistema tecnológico dinámico, que evoluciona en el tiempo, según necesidades y criterios sociopolíticos y económicos de la sociedad y gracias a los avances científico-tecnológicos. De este modo, aquellos modelos y/o componentes que quedan obsoletos se “extinguen”, permaneciendo los que mejor se “adaptan” a las nuevas necesidades. Algunos datos que pueden resultar interesantes, en relación con la evolución del automóvil, se muestran en la tabla 7.8.

| | PRIMEROS AUTOMÓVILES | MODIFICACIONES | MEJORAS EN AUTOS ACTUALES Y DE UN FUTURO PRÓXIMO |
|---------------------------------|--|--|--|
| MOTOR | <ul style="list-style-type: none"> • De combustión interna. • Rendimiento bajo ($R < 20\%$). • Posición: atrás. | <ul style="list-style-type: none"> • Motor de combustión interna. • Rendimiento: 40%. • Posición habitual: delante. | <ul style="list-style-type: none"> • Motor eléctrico (alimentados por la red convencional y fotovoltaicos). • Motor de hidrógeno. |
| TRACCIÓN | <ul style="list-style-type: none"> • En 2 ruedas. | | <ul style="list-style-type: none"> • En las 4 ruedas. |
| SISTEMA DE ARRANQUE | <ul style="list-style-type: none"> • Sin motor de arranque: sistema manual de manivela. | <ul style="list-style-type: none"> • Motor de arranque alimentado por la batería. | <ul style="list-style-type: none"> • Arranque directo. |
| COMBUSTIBLE (FUENTE DE ENERGÍA) | <ul style="list-style-type: none"> • Derivados del petróleo. | <ul style="list-style-type: none"> • Derivados del petróleo y otros combustibles fósiles. | <ul style="list-style-type: none"> • Aceites vegetales, bioalcohol, hidrógeno. • Alimentación mixta (eléctrica / combustible fósil, biocombustible). • Alimentación solar. • Alimentación eléctrica. |
| RUEDAS | <ul style="list-style-type: none"> • Rígidas. | <ul style="list-style-type: none"> • Hinchables. | <ul style="list-style-type: none"> • Sin cámara, con llantas de acero. |
| SUSPENSIÓN | <ul style="list-style-type: none"> • Ballestas | <ul style="list-style-type: none"> • Amortiguadores. | <ul style="list-style-type: none"> • Suspensión hidroneumática. |

| | | | |
|-------------------------------------|---|--|---|
| CARROCERÍA | <ul style="list-style-type: none"> • Madera, metálica. | <ul style="list-style-type: none"> • Metálica. | <ul style="list-style-type: none"> • Metálica con refuerzos, nuevos materiales (poca densidad, alta absorción de golpes). |
| FORMA | <ul style="list-style-type: none"> • Similar a coches de caballos. | <ul style="list-style-type: none"> • Aerodinámica para evitar el rozamiento con el aire. | <ul style="list-style-type: none"> • Aerodinámica, y capó con “morro de cuchara” (para disminuir el daño en caso de atropello a peatones). |
| CAMBIO DE MARCHAS | <ul style="list-style-type: none"> • Manual | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio manual y cambio automático. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio automático. |
| VELOCIDAD MÁXIMA | <ul style="list-style-type: none"> • ~ 24Km/h | <ul style="list-style-type: none"> • 100 – 180Km/h en turismos; mayor en deportivos. | <ul style="list-style-type: none"> • Límite debido a regulación social y mecánica. |
| CONSUMO | — | <ul style="list-style-type: none"> • Consumo combustible fósil: ~ 8 L/100km. | <ul style="list-style-type: none"> • Prototipos monoplasas de fibra de carbono: 1L/1000Km. |
| AUTOMATISMO | — | <ul style="list-style-type: none"> • Algunos automatismos: Cierre central, antibloqueo de frenos ABS,... | <ul style="list-style-type: none"> • Pequeños ordenadores que detectan anomalías o que intervienen como el ESP (Elektronische Estabilität Programm). |
| SISTEMAS DE SEGURIDAD | — | <ul style="list-style-type: none"> • Interior: apoyacabezas, cinturón, airbag... • Exterior: parabrisas no astillable, parachoques, zona aplastable del compartimento del motor. | <ul style="list-style-type: none"> • Radar, sistemas antichoque, conducción automática, etc. |
| PROTECCIÓN AMBIENTAL | — | <ul style="list-style-type: none"> • Uso de carburantes sin plomo. | <ul style="list-style-type: none"> • Catalizadores. • Eliminación de residuos perjudiciales por uso de motores eléctricos o de hidrógeno. |
| MEDIDAS DE AHORRO DE CONSUMO | — | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de ciertas formas de conducir. • Nuevos diseños de motor y de carrocería. | |

Tabla 7.8. Algunos datos para ilustrar la evolución del automóvil.⁹

⁹ Las celdas dejadas en blanco indican que no se conocen datos contrastados sobre el aspecto en cuestión, o bien, que no son relevantes de cara al análisis comparativo que se expone.

- Las necesidades para el cambio “adaptativo” de los automóviles pueden ser, por tanto, económicas, de seguridad, ergonómicas, medioambientales, socioculturales, estéticas,... Si se considera prioritario, educativamente, centrar la atención en las necesidades asociadas a la seguridad, se sugiere ver en clase el “vídeo sobre la seguridad activa y pasiva del coche”¹⁰.
- Como en el caso de los seres vivos, se puede hablar de *unidad y diversidad de los automóviles*. Es decir, aun cuando existe gran variedad de automóviles, según su marca comercial, sus características técnicas (tipo de motor, potencia...), su finalidad (turismo, familiar, deportivo, todoterreno...), etc., todos ellos tienen componentes y características comunes que los distinguen de otros sistemas tecnológicos de transporte. Sobre este aspecto, los escolares pueden elaborar tablas que agrupen los automóviles según los diferentes aspectos o criterios expuestos.
- Los componentes u “órganos de un automóvil”, en esta analogía, se clasifican en *básicos*, como el motor, el chasis, la carrocería, los frenos, la dirección, la suspensión y la transmisión, y en *accesorios*, como la radio, los cinturones y airbags, luces, aire acondicionado, etc. Se pueden seleccionar imágenes simplificadas de sus componentes. Por ejemplo, la figura 7.6 muestra de manera sencilla cómo los giros del volante se transmiten a las ruedas en el componente “dirección”.

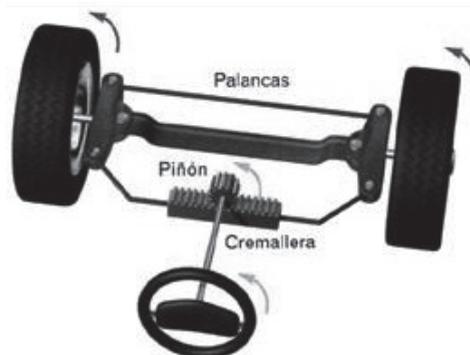


Figura 7.6. La dirección en un automóvil.¹¹

¹⁰ Disponible en: <http://www.areatecnologia.com/airbag.htm>. Y si se desea saber sobre la inminente comercialización de automóviles ecológicos, es interesante la lectura en clase del artículo de Castro (2009). “Llega el coche eléctrico. ¿Dónde lo enchufamos?” *Diario El País* (Edición digital, 04/03/2009), disponible en <http://www.elpais.com/sociedad> (Consultado el: 18/03/09).

¹¹ Tomado de: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_jacobo_orellana/images/docs/presentacion_ud3_tercero.pdf. (Consultado el 25/03/2009).

- El automóvil funciona con ayuda del *motor* que, con cierto *rendimiento energético*, produce movimiento a partir de la energía que recibe de una fuente externa. En este proceso se cumple el *principio de conservación de la energía*. De la energía suministrada, parte es utilizada para generar el movimiento (*energía útil*) y el resto se disipa (*energía degradada*), emitiéndose al medio mediante calor, ruido, vibraciones... Puede obviarse la estructura y funcionamiento del motor, tratándolo como una “caja negra” que transforma energía, sin entrar en la consideración de sus mecanismos de funcionamiento. Pero también cabe la posibilidad de abordar ese aspecto si los escolares se interesan por conocer su funcionamiento. En este caso, podremos ayudarles a que comprendan su mecánica más elemental, mediante una maqueta didáctica de un solo cilindro y de tamaño real. En su defecto, se podrían usar imágenes simplificadas como la indicada en la figura 7.7, sobre el motor de combustión de cuatro tiempos. La adaptación escolar que sugerimos supone que los escolares se centren en dos aspectos, orientados a responder cómo se obtiene movimiento de traslación del automóvil a partir del combustible. Concretamente, (1) cómo la explosión de los gases produce un movimiento de vaivén, que se convierte en el movimiento rotatorio que acciona las ruedas; y (2) cómo se completa cada ciclo con entrada de combustible al cilindro y escape de gases, a través de las respectivas válvulas. Para abordar los tipos de transformaciones de energía que tienen lugar en ellos, se puede plantear, también, la construcción de un sencillo coche eléctrico. Ello permitiría a los escolares percibir la transformación de energía eléctrica en mecánica, producida en el motor.

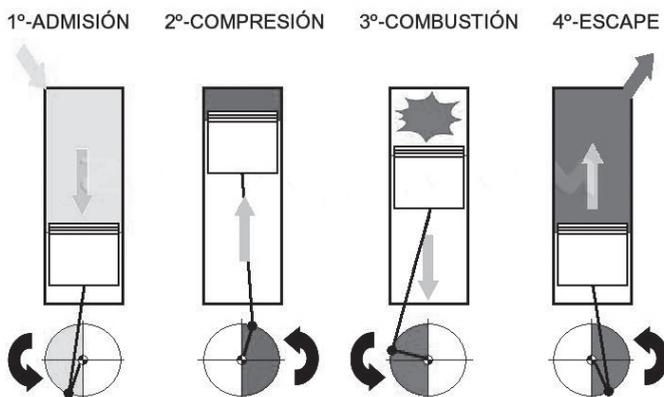


Figura 7.7. Fases del funcionamiento de un motor de combustión de cuatro tiempos.¹²

¹² Tomado de http://zonagp.com/images/ciclos_motor_explosion.jpg (Consultado el 27/03/2009).

- Actualmente, la *tendencia* en el diseño de los motores es: (a) conseguir que tengan una mayor potencia y eficiencia energética, para reducir así su consumo de energía; (b) lograr que funcionen a partir de fuentes renovables; y (c) que, por tanto, el uso de esas fuentes no sean perjudiciales para la salud ni para el medio ambiente. En este punto puede ser interesante trabajar con algunos datos de consumo de combustible (y su coste), de diferentes turismos, elegidos por los escolares. Puede resultar de interés explorar qué avances se están consiguiendo, en cuanto a la optimización en el rendimiento de motores en fase de experimentación (hay prototipos monoplaza de fibra de carbono que pueden recorrer más de 1000 Km con un sólo litro de combustible). Para conocer las últimas tendencias en el diseño de motores cada vez más eficientes y/o respetuosos con el medio ambiente, se aconseja la consulta en Internet.¹³

En la figura 7.8 se presenta un mapa conceptual con las ideas básicas que acabamos de exponer.

¿Cómo planificar la secuencia de aprendizaje sobre el sistema automóvil?

Las ideas anteriores servirán de referente y guía para planificar una posible secuencia de enseñanza. En consonancia con el modelo de aprendizaje por investigación, promovido en el proyecto INM (6-12), el estímulo para iniciar a los escolares en el estudio del automóvil, como sistema tecnológico evolutivo, será el planteamiento de una investigación en torno a la siguiente pregunta: *¿Por qué los automóviles son como son?* La búsqueda de respuestas a esta cuestión, delimitada con la formulación de subproblemas más concretos, posibilitará el acercamiento de los escolares al conocimiento escolar deseable sobre el automóvil, en su sentido más amplio; a saber: el desarrollo de ideas, procedimientos, destrezas, actitudes y valores, demandados para una alfabetización científico-tecnológica básica.

¿Qué investigar sobre el automóvil como sistema tecnológico evolutivo?

Como hemos visto en las propuestas anteriores, la concreción de la investigación escolar se realiza mediante el análisis del problema concreto de la unidad en un conjunto de subproblemas. Formulados de un modo sugerente y progresivo,

¹³ Por ejemplo, resultan interesantes las direcciones web siguientes: <http://motor.terra.es/motor/articulo/html/mot1800.htm>; <http://www.ecoticias.com/motor>; <http://www.ecologiablog.com>. (Consultado el 27/03/2009).

estos serán los que posibiliten a los escolares avanzar hacia unas conclusiones, que darán cuenta del bagaje cognitivo, procedimental y actitudinal, desarrollado en torno al tema. La tabla 7.9 recoge una colección de posibles subproblemas, o cuestiones concretas a investigar, en relación con el automóvil actual, sus antecesores y sus posibles cambios futuros, como sistema tecnológico evolutivo.

| |
|--|
| • ¿Cómo eran los primeros automóviles de la historia? ¿En qué se diferencian de los actuales? |
| • ¿Por qué se van quedando antiguos unos automóviles y apareciendo otros nuevos? |
| • ¿Los automóviles actuales son mejores que los antiguos? ¿Por qué? |
| • ¿Qué ventajas ha tenido para la sociedad la invención del automóvil? ¿Y qué inconvenientes? |
| • ¿Qué repercusiones tiene para la salud y el medio ambiente el uso del automóvil? |
| • ¿Influyen esas repercusiones en la evolución tecnológica de los automóviles? ¿Cómo? ¿En qué sentido? |
| • ¿Qué papel tienen en la seguridad el reposacabezas, el cinturón, el airbag,... |
| • ¿Qué factores conducen al cambio en el diseño y prestaciones de los nuevos automóviles? |
| • ¿En qué se diferencia el automóvil del resto de medios de transporte? |
| • ¿Qué tienen en común todos los automóviles y en qué se diferencian los diferentes modelos y tipos? |
| • ¿Cuáles son los componentes básicos de un automóvil y cuáles son accesorios? |
| • ¿Cómo han ido evolucionando los distintos componentes del automóvil, a lo largo de la historia? ¿Qué factores han motivado dicha evolución? |
| • ¿Qué componentes permanecen desde la invención del automóvil y cuáles han desaparecido? ¿Por qué? |
| • ¿Cómo funcionan los automóviles? Y, ¿qué necesitan para funcionar? |
| • ¿Qué cambios/transformaciones se van produciendo en los automóviles cuando funcionan? |
| • ¿Cómo ha evolucionado el funcionamiento de los automóviles a lo largo de la historia? Y, ¿qué repercusiones ha tenido en la sociedad y en el medio ambiente? |
| • ¿Cómo hacer un buen uso de los automóviles? ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta? |
| • ¿Qué componentes de un automóvil seleccionarías para encargar tu “automóvil ideal”? |
| • ¿Cómo serán los automóviles del futuro? |

Tabla 7.9. Posibles interrogantes de investigación sobre el automóvil como sistema tecnológico evolutivo.

Lógicamente, los subproblemas anteriores son sólo orientativos, tanto en su formulación como en la cantidad propuesta. Lo ideal es que en cada grupo-clase se formulen y seleccionen por los escolares, con el apoyo y orientación del profesor, y conforme a las características propias de cada contexto escolar.

¿Cómo utilizar las ideas y experiencias previas de los escolares para abordar la investigación?

Antes de iniciar la investigación, resultará útil conocer qué ideas y experiencias tienen los escolares en relación con este objeto de estudio. En este sentido, junto a los datos que nos proporcionen los propios escolares de nuestra clase, será interesante consultar qué se dice en la literatura educativa respecto a las ideas y dificultades de aprendizaje sobre el automóvil como objeto tecnológico; y, en su defecto, sobre otros objetos tecnológicos afines, o los que hagan alusión al aprendizaje de las máquinas y artefactos, en general.

Por nuestra parte, expondremos como muestra algunas interpretaciones intuitivas de los escolares de la última etapa de Primaria, relativas a las máquinas, en general, ya que no existen muchos datos sobre el pensamiento de estos acerca de los automóviles.

Consideran, por ejemplo, que poseer un motor es un requisito indispensable para que un artefacto sea considerado una máquina. Asimismo, no tienen en cuenta la alimentación energética más allá de lo directamente perceptible (“llenar el depósito de gasolina”), sin tener en cuenta, por lo general, los conceptos básicos de *conservación*, *transformación* y *degradación* de la energía. Ello puede originar dificultades a la hora de entender los procesos energéticos que tienen lugar en el automóvil.

Asimismo, los escolares de estas edades no suelen entender las relaciones compensatorias entre las magnitudes físicas que intervienen en una máquina; ni siquiera en el caso de la bicicleta. Sin embargo, sí suelen asimilar, con relativa sencillez, relaciones como “marchas cortas, mayor fuerza y menor velocidad” y “marchas largas, mayor velocidad y menor fuerza”; lo que permite abordar, aunque sea de manera somera y cualitativa, el *concepto de potencia* de un motor.¹⁴ Desde pequeños tenemos experiencias en las que comprobamos que cuando un automóvil viaja cuesta arriba con una carga pesada, es necesaria una marcha más corta (su velocidad será menor) que cuando viaja en llano y/o sin mucha

¹⁴ La fórmula que describe la relación es: *Potencia = Fuerza x Velocidad*. Si bien, creemos que en este nivel es suficiente con que sea descrita cualitativamente, sin necesidad de hacer alusión explícita a dicha fórmula.

carga (podrá llevar una marcha más larga y, por tanto, una mayor velocidad). Esto puede ayudar a entender que, para una determinada potencia del motor, un aumento de la fuerza a desarrollar implica una disminución de su velocidad máxima; y viceversa.

Los escolares suelen tener multitud de experiencias con automóviles, y es probable que tengan ciertos conocimientos técnicos, más o menos precisos, en relación con éstos (cilindrada del motor, transmisión, suspensión, dirección,...). Sin embargo, es menos habitual que conozcan –o, al menos las destaquen prioritariamente–, otras cuestiones relacionadas con el automóvil, como las interacciones CTS que lleva asociadas. Será conveniente, pues, explorar qué sabe u opina el alumnado de nuestra clase al respecto.

¿Qué fases y tareas se pueden proponer para el desarrollo de la investigación escolar sobre los automóviles?

► **Fase inicial: planificación de la investigación**

Como hemos adelantado en ejemplos anteriores, para llevar a cabo la investigación escolar se puede comenzar organizando a los escolares en equipos de trabajo. Luego, se trataría de reflexionar conjuntamente sobre sus ideas y experiencias previas en relación con el objeto de estudio. Una primera actividad puede ser, por tanto, que cada grupo trate de dar una respuesta inicial al problema general planteado (*¿Por qué los automóviles son como son?*). Mediante la reflexión, el intercambio de ideas y opiniones sobre el tema, los grupos elaborarían, por consenso, unas conclusiones bajo el título “*¿Qué sabemos al empezar sobre el automóvil?*”.

Tras esas primeras conclusiones de cada equipo, se haría una puesta en común en clase, a fin de conocer las principales dudas, dificultades, discusiones e inquietudes, generadas por el problema planteado. De ahí puede derivarse una información muy rica sobre la demanda de aprendizaje de los escolares respecto al tema, con vistas a delimitar y contextualizar la investigación escolar. Tras un reflexión conjunta sobre qué se pretende con la siguiente actividad, cada equipo debería elaborar una ficha con el título “*¿Qué es lo que queremos saber sobre el automóvil?*”

Partiendo entonces de las necesidades e intereses de cada equipo, se puede organizar la investigación repartiendo los subproblemas o interrogantes específicos que se hayan formulado (tabla 7.9); si bien este reparto no debe eximir a cada equipo de informarse y aprender sobre lo que investiguen los demás. En este sentido, se deberá promover un intercambio permanente y constructivo de

información dentro de cada equipo y entre los diferentes grupos, dando cuenta de los avances y las conclusiones que se van obteniendo.

Pero antes de empezar con las tareas de búsqueda, es necesario que los equipos cuenten con un plan de trabajo que les ayude a organizar su investigación. Un posible guión para desarrollar ese plan puede ser el siguiente:

1. Nombre del equipo.
2. Interrogantes específicos a investigar por el equipo.
3. Organización de la búsqueda de información, determinando:
 - Qué fuentes de información serán consultadas.
 - Cómo se registrará la información obtenida.
4. Tareas de organización y discusión de la información obtenida, con vistas a elaborar unas conclusiones.
5. Organización y delimitación del tiempo previsto para cada tarea, y de los materiales necesarios.
6. Elaboración de un informe de cada equipo con los procesos seguidos y las conclusiones obtenidas.
7. Presentación del informe al resto de equipos: exponiendo una selección de lo más relevante, incluyendo un resumen con las preguntas respondidas de forma concluyente y las preguntas sin respuesta concluyente.

El desarrollo y concreción de este plan para cada equipo debe estar orientado, en todo momento, por el profesor; pero respetando siempre el protagonismo del alumnado y promoviendo la responsabilidad en cada equipo.

► **Fase de desarrollo: búsqueda de información y construcción del conocimiento escolar**

Con el plan de trabajo definido, los equipos indagarán en las fuentes de información previstas sobre los diferentes subproblemas planteados. Durante el proceso de búsqueda, organización y discusión de la información, el profesor estará a disposición de los equipos, prestándoles toda la ayuda necesaria ante las dudas, aclaraciones, obstáculos y dificultades que vayan surgiendo.

Reservaremos momentos para que cada equipo pueda exponer sus avances al resto de la clase, a fin de conocer y debatir sobre lo que cada equipo está concluyendo. Es importante impulsar y lograr que los equipos se crucen preguntas y argumentaciones, así como potenciar la toma de notas o apuntes sobre aquello que resulte útil y/o más interesante. El profesor tiene un papel relevante en estas actividades como moderador, pero también aportando valoraciones sobre los

procesos y resultados de cada equipo, comentando qué aspectos han sido bien tratados y cuáles pueden mejorarse, y haciendo propuestas al respecto. Todo ello con la intención de que los equipos superen los obstáculos que encuentran y puedan progresar satisfactoriamente en su aprendizaje.

Atendiendo a la dimensión manipulativa que caracteriza a la educación tecnológica, puede proponerse, como ya hemos adelantado, que los equipos construyan en esta fase final un sencillo coche eléctrico. Ello puede ayudarles a asimilar, o entender mejor al automóvil como sistema tecnológico, manejando e interconectando sus componentes básicos; comprobando qué requisitos son necesarios para que funcione, y qué transformación energética tiene lugar; reflexionando sobre qué mejoras se le pueden hacer, viendo, también, cómo la estética juega un papel importante en el diseño de este producto tecnológico, al intentar que el coche quede lo más bonito posible; etc. Para su construcción, se puede utilizar de referencia un modelo sencillo y asequible para escolares de estas edades, como los que se sugieren en algunos sitios web de Internet.¹⁵

► **Fase final: Elaboración del informe de investigación y conclusiones globales**

Una vez que han sido abordados, en alguna medida, los subproblemas seleccionados, han sido expuestos en clase los progresos y primeras conclusiones, y han sido sometidos a la crítica constructiva del profesor y los demás grupos de investigación de la clase, cada equipo elaboraría un informe de investigación. En caso de haber construido algún artefacto, en el informe debe aparecer la evaluación y pruebas realizadas sobre su funcionamiento, así como las mejoras realizadas sobre el prototipo construido. Es importante que los escolares se acostumbren a escribir informes o memorias explicativas de sus experiencias de aprendizaje; sobre todo, cuando éstas tienen lugar en el seno de una investigación escolar. Su elaboración permite, además, un acercamiento coherente a la actividad científico-tecnológica real, cuyos resultados y progresos se publican a través de informes de investigación. En el contexto educativo, no obstante, la importancia de elaborar un informe de investigación recae, principalmente, en la ayuda que esta tarea proporciona a los escolares en la comprensión y estructuración de los conceptos; y también, junto a otras capacidades, en el desarrollo de la competencia lingüística.

¹⁵ Por ejemplo: http://www.profes.net/rep_documentos/PDS_Tecnología/2E_Tec_Locos_cacharros_coche_eléctricob.PDF; <http://www.pbs.org/saf/1403/teaching/teach2.pdf> (en inglés). (Última consulta: 24/03/2009).

Un esquema básico, similar al previsto para planificar la investigación, facilitará a cada equipo la descripción de las tareas realizadas y la formulación de las conclusiones de la investigación, junto con las reflexiones derivadas.

Los informes de los equipos servirán para extraer conjuntamente las conclusiones globales sobre el problema general planteado (*¿Por qué los automóviles son como son?*). Esto puede materializarse mediante la elaboración de murales que recojan las principales ideas adquiridas en torno al automóvil como sistema tecnológico evolutivo. Asimismo, se podría abordar, en su caso, la elaboración de un mural que indique el paralelismo que puede establecerse entre la evolución de una especie animal y la de los automóviles, con lo que se contribuiría al establecimiento de múltiples relaciones entre los conocimientos de los escolares, una de las características definitorias del tipo de conocimiento escolar que quiere promover INM (6-12).

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A continuación presentamos las referencias bibliográficas consultadas para la confección de los diferentes capítulos del libro. Si bien hemos cuidado no hacer referencia a todas ellas a lo largo de los distintos capítulos, a veces se ha visto necesario hacer alusión explícita a algunas, por su importancia u oportunidad. Cuando una referencia ha aportado información para varios capítulos, la incluimos en la bibliografía de cada uno de ellos. Asimismo, incluimos, otras referencias bibliográficas que pueden resultar útiles para obtener información relativa a la enseñanza y a la investigación escolar sobre las máquinas y artefactos.

CAPÍTULO 2. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ ENSEÑAR LAS MÁQUINAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA?

- ACEVEDO, J.A. (1997). ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la educación CTS? En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.), *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 287-292). Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- BRONCANO, F. (2000). *Mundos artificiales: Filosofía del cambio tecnológico*. México: Paidós.
- DOVAL, L. y GAY, A. (2002). *Educación tecnológica. Finalidad educativa y acercamiento didáctico*. Buenos Aires: Centro Nacional de Educación Tecnológica.
- HARLEN, W. (2001). The Assessment of Scientific Literacy in the OECD/PISA Project. *Studies in Science Education*, 36, 79-104.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H., y HEMMO, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- VAN EIJCK, M. y CLAXTON, N.X. (2009). Rethinking the notion of technology in education: Techno-epistemology as a feature inherent to human praxis. *Science Education*, 93(2), 218-232.

CAPÍTULO 3. ¿QUÉ DEBEMOS SABER LOS MAESTROS SOBRE MÁQUINAS Y ARTEFACTOS PARA ENSEÑAR SOBRE ÉSTOS?

- CAJAS, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.
- GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA (GIE) (1991). *Proyecto curricular I.R.E.S.* (Doc. III y IV). Sevilla: Díada.
- LANCOR, R. y SCHIEBEL, A. (2008). Learning Simple Machines through Cross-Age Collaborations. *Journal of College Science Teaching*, 37(5), 30-34.
- PEISAJOVICH, B. (2005). El enfoque sistémico. Una propuesta de trabajo para la enseñanza primaria. *Correo del Maestro*, 113. Disponible en: <http://www.correodelmaestro.com>. [Última consulta: 12/03/09].

CAPÍTULO 4. ¿QUÉ CONOCIMIENTOS INICIALES SUELEN TENER LOS ALUMNOS DE PRIMARIA SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS?

- BATTERHAM, D., STANISSTREET, M. y BOYES, E. (1996). Kids, cars and conservation: children's ideas about the environmental impact of motor vehicles. *International Journal of Science Education*, 18(3), 347-354.
- BOYES, E. y STANISSTREET, M. (1997). The environmental impact of cars: children's ideas and reasoning. *Environmental Education Research*, 3(3), 269-282.
- CARRASCOSA, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402. Disponible en: <http://www.apac-eureka.org/revista>. [Última consulta: 08/09/2009].
- CRiado GARCÍA-LEGAZ, A.M.; GARCÍA-CARMONA, A., CAÑAL, P. e ILLESCAS, M. (2010). *Acerca de los conocimientos iniciales de los escolares de primaria sobre las máquinas y artefactos*. Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de Ciencias Experimentales (pp. 760-766). Baeza (Jaén): Universidad de Jaén / Universidad Internacional de Andalucía.
- DAVIS, R.S., GINNS, I.S. y ROBBIE, M.C. (2002). Elementary School students' Understanding of Technology concepts. *Journal of Technology Education*, 14(1). Disponible en: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v14n1/davis.html> [Última consulta: 29/09/2009].
- DI SESSA, A. (1993). Towards an epistemology of Physics. *Cognition & Instruction*, 10(2-3), 105-225.
- DIARIO EL PAÍS (2005). *El Defensor del Menor de Madrid alerta del uso adictivo del móvil entre los adolescentes*. Edición PAÍS.es/Sociedad (24-05-2005). Consultado el 05-10-2009.

- DRIVER, R. y WARRINGTON, L. (1985). Students' use of the principle of energy conservation in problem situations. *Physics Education*, 20, 171-176.
- DRIVER, R., GUESNE, R. y TIBERGHIE, A. (1992). *Las ideas científicas en la infancia*. Madrid: Morata
- DUIT, R. (1984). Learning the energy concept in School-empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*. 19, 59-66.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2006). Interacciones CTS en el aprendizaje del electromagnetismo: Una experiencia para el desarrollo de actitudes de responsabilidad. *Investigación en la Escuela*, 58, 79-91.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica I: un análisis desde los textos escolares en la enseñanza básica de la Electrónica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 375-388.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en Física y Química*. Vélez-Málaga: Elzevir.
- HERER, R. y SCHAULE, L. (1998). Reasoning about Structure and Function: Children's Conceptions of Gears. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 3-25.
- MARÍN, N. y SEGURA L.M. (1999). Construcción de un cuestionario sobre operadores mecánicos. *La Didáctica de las Ciencias Tendencias actuales*. A Coruña: Universidade da Coruña, Servicio de Publicaciones.
- METZ, K. E. (1991). Development of Explanation: Incremental and Fundamental Change in Children's Physics Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 785-797.
- MERCHÁN, F.J. (1993). Propuestas sobre el diseño de unidades didácticas: "Técnica y Progreso en el siglo XX". *Investigación en la Escuela*, 21, 73-89
- PERALES, F.J. y CAÑAL. P. (2000) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- PIAGET, J. (1934). *La causalidad física en el niño*. Madrid: Espasa Calpe.
- PRIETO, T. BLANCO, M.A. (1997). *Las concepciones de los alumnos en didáctica de las Ciencias*. Málaga: Universidad de Málaga.
- RIVET, A.E. y KRAJCIK, J.S. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: an example of a six grade project-based science curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669-692.
- RODRÍGUEZ-MONEO, M. y APARICIO, J.J. (2004). Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las Ciencias. *Educación Química*, 15(3), 270-280.
- TUCKNOTT, J.-M. y YORE, L.-D. (1999). The Effects of Writing Activities on Grade 4 Children's Understanding of Simple Machines, Inventions, and Inventors. *Actas del Annual Meeting of the National association for Research in Science Teaching* (Boston, MA, March 28-31, 35p.).

Webs sobre ideas previas de los alumnos [Última consulta: 26/10/2009]

AIP (American Institute of Physics) (1998). *Children's misconceptions about Science*. "Operation Physics", elementary-middle school physics education project. Disponible en: <http://www.eskimo.com/~billb/miscon/opphys.html>.
<http://www.amasci.com/miscon/opphys.html>
<http://www.xtec.es/~rgrau/documents/documents.htm>
<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>
<http://www.project2061.org/esp> (Proyecto 2061, cap. 15 "Resultados de investigación")
<http://www.mec.es/cide/jsp/plantilla.jsp?id=inv09> (Web de recursos del MEC)
<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/impe/web/portadaEntidad?pag=/contenidos/B/ApoyoAlCurriculo/PortalesEducativos/>
<http://www.xtec.es/~rgrau/documents/documents.htm>
<http://www.buenosaires.gov.org/areas/educacion/niveles/primaria/programa/bep/naturales>
[http://wwwrevista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias](http://wwwrevistaEureka.sobreEnseñanza.de.las.Ciencias) <http://www.apac-eureka.org/revista>.
http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/basico/educien0607/material_didactico/ideas_previas/vicente_talanquer.pdf

CAPÍTULO 5. ¿QUÉ CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS ES PRIORITARIO?

CAJAS, F. (2002). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.

CAÑAL, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.

CAÑAL, P. y VILCHES, A. (2009). El rechazo del desarrollo sostenible: ¿una crítica justificada? *Enseñanza de las Ciencias*, número extra: VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias, 677-680.

CMMAD (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo) (1988). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza.

DOMENECH, GIL, D., GRAS, A., GUIASOLA, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., SALINAS, J., TRUMPER, R. Y VALDÉS, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285-310.

- ENCICLOPEDIA ENCARTA (edición 2009). Microsoft Corporation.
- GOMEZ, L.A. y SILVA, F. (1995). *Tecnología 2. Sistemas técnicos y operadores tecnológicos*. Madrid: McGraw Hill.
- GONZÁLEZ, A. (2006). El concepto de energía en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38/2, 1-7. Disponible en: <http://www.rioei.org/deloslectores/1184gonzalez.pdf>. [Última consulta: 02/11/2009]
- HERNÁNDEZ ABENZA, L. (1992). Un marco didáctico alternativo para la enseñanza de la energía: “La energía y los recursos energéticos”. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 47-56.
- HERNÁNDEZ ABENZA, HL. (1993). Tareas de planificación del módulo: “la energía y los recursos energéticos”, en el marco de la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias* 11(3), 247-254.
- HERNÁNDEZ ABENZA, L. (2002). Secuenciación de contenidos en el conocimiento del medio de educación primaria: contenidos sobre “máquinas y aparatos”. *Libro de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 88-95). La Laguna: Universidad de La Laguna.
- MACAULAY, D. y ARDLEY, N. (1989). *¿Cómo funcionan las cosas?* Barcelona: Círculo de Lectores.
- MARPEGÁN, C.M, MANDÓN, M.J., y PINTOS, J.C. (2009). *El placer de enseñar Tecnología*. Madrid: Editorial CEP.
- ZEBROWSKY, E. (1984). *Física, un enfoque para técnicos*. México: McGraw-Hill.
- SANTILLANA/EL PAIS (2005). *La enciclopedia del estudiante 13: Tecnología e informática*. Madrid: Santillana.
- TREJO, L. M. (2000). Recomendaciones recientes sobre la enseñanza del tema energía. México D.F.: *Memorias del XV Congreso Nacional de Termodinámica* (pp. 332-336).
- VARIOS (1997). *Tecnología de 2º ESO*. Madrid: SM.
- GONZALO, A., RODRIGO, E. y LÓPEZ, A. (1998). *Tecnología de 3º de ESO*. Madrid: Anaya.

Webs educativas dedicadas a algunos aspectos relativos a las máquinas y artefactos [última consulta: 03/11/2009]

<http://www.rec.ri.cmu.edu/education/webpage/gears.htm>

www.microlog.net/ (web de engranajes)

<http://www.prodel.es/legoeducacion/index.htm> (Lego)

<http://centros4.pntic.mec.es/cp.garcilaso.de.la.vega2/index.html> (animaciones máquinas)

Webs donde se muestran figuras sobre máquinas y artefactos [última consulta: 05/11/2009]

www.iesmarenostrium.com/departamentos/tecnologia/mecaneso/mecanica_basica/operadores/ope_rueda.htm (tipos de ruedas)

http://www.tradid.es/WebRoot/Store/Shops/Tradid/Products/05163/105163_1.jpg (foto de motor con aspas)

<http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.iesmarenostrium.com/departamentos/tecnologia/> (dibujo de motor de lavadora)

<http://www.sysolutec.com/blogs/wp-content/uploads/2009/04/motor-300x256.jpg> (dibujo con fondo turquesa de motor eléctrico) (foto de motor eléctrico y pila de petaca)

<http://profesoresdetecnologia.blogspot.com/>

CAPÍTULO 6. ¿QUÉ EXPERIENCIAS PONER EN JUEGO SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS?

AITKEN, J. y MILLS, G. (1997). *Tecnología creativa*. Madrid: MEC / Morata.

ARTÍCULO DE REVISTA (sin firma de autor) (2006). Introduction to exploring machines. *Early Childhood Today*, 20(8), 22.

BRYAN, R., LARODER, A., TIPPINS, D., EMAZ, M. y FOX, R. (2008). Simple machines in the community. *Science and Children*, 45(7), 38-42.

CAÑAL, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21.

CRiado, A.M., DEL CID, R. y GARCÍA-CARMONA, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamento y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(1), 123-140. Disponible en: <http://www.apac-eureka.org/revista>. [Última consulta: 05/11/2009]

CLEAVE'S, J. (1991). *Physics for every kid*. New York: John Wiley & Sons Inc.

DOTGER, S. (2008). Using simple machines to leverage learning *Science and Children*. 45(7), 22-27.

GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A. (2007). «Investigar para aprender, aprender para enseñar». Un proyecto orientado a la difusión de conocimiento escolar sobre Ciencia. *Alambique*, 52, 73-83.

GOLDSTYN, J. (1985, 2ª ed.). *La pandilla científica. 66 experimentos fáciles*. México: Alhambra.

GOLDSTYN, J. (1985, 2ª ed.). *La pandilla científica. 66 nuevos experimentos*. México: Alhambra.

- HIERREZUELO, J. (1995). *Ciencias de la Naturaleza. 1º ESO. Comentarios*. Torre del Mar. Málaga: Elzevir.
- LANCOR, R. y SCHIEBEL, A. (2008). Learning Simple Machines through Cross-Age Collaborations. *Journal of College Science Teaching*, 37(5), 30-34.
- MARPEGÁN, C.M, MANDÓN, M.J., y PINTOS, J.C. (2009). *El placer de enseñar Tecnología*. Madrid: Editorial CEP.
- NORBURY, J.W. (2006). Working with Simple Machines. *Physics Education*, 41(6), 546-550.
- OLIVA, J.M., MATOS, J., BUENO, E., BONAT, M., DOMÍNGUEZ, J. VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 425-440.
- VAN ZEE, E.H., HAMMER, D., BELL, M., ROY, P. y JENNIFER, P. (2005). Learning and teaching science as inquiry: A case study of elementary school teachers' investigations of light. *Science Education*, 89, 1007-1042.

Direcciones Web para acceder a vídeos sobre el “Kugelbahn”

Un mecanismo que ofrece la posibilidad de conocer principios básicos de la física a través del recorrido de una bola por laberintos diseñados con poleas, pistones, engranajes, planos inclinados, tornillos de Arquímedes, etc.:

<http://www.youtube.com/watch?v=HLH34kYG9Xo> (vídeo que ilustra el recorrido por un Kugelbahn)

<http://www.youtube.com/watch?v=V7pwGNADDc8> (vídeo que ilustra cómo se puede construir un Kugelbahn en la escuela primaria)

CAPÍTULO 7. EJEMPLOS DE UNIDADES DIDÁCTICAS INVESTIGADORAS SOBRE LAS MÁQUINAS Y ARTEFACTOS

- ACEVEDO, J.A. (1997). ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la educación CTS? En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.), *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 287-292). Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- CAÑAL, P. (2000). Las actividades de enseñanza. Un esquema de clasificación. *Investigación en la Escuela*, 40, 5-21
- CAÑAL, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique*, 52, 9-19.
- CASTRO, C. (2009). “Llega el coche eléctrico. ¿Dónde lo enchufamos?” *Diario El País* (Edición digital, 04/03/2009), disponible en <http://www.elpais.com/sociedad> (Consultado el: 18/03/09).
- CALVANI, P. (1988). *Juegos científicos*. Madrid: Pirámide.
- CRIADO, A.M., DEL CID, R. y GARCÍA-CARMONA, A. (2006). La cámara oscura en la clase de Ciencias. El tamaño de la imagen. *XXII Encuentros de didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza.
- CRIADO, A.M., DEL CID, R. y GARCÍA-CARMONA, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamento y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(1), 123-140. Disponible en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A. M. (2009). “¿Por qué los automóviles son como son?”. La evolución de un sistema tecnológico. *Alambique*, 62, 92-106.
- HANN, J. (1991). *Los amantes de la Ciencia*. Barcelona: Blume.
- HEWSON, P.W., BEETH, M.E. y THORELY, N.R. (2003). Teaching for conceptual change. *International Handbook of Science Education II*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- HEYWOOD, D. (2005) Primary Trainee Teachers’ Learning and Teaching about Light: Some pedagogic implications for initial teacher training. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1447-1475
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M.P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, 14, 51-61.
- MARPEGÁN, C.M, MANDÓN, M.J., y PINTOS, J.C. (2009). *El placer de enseñar Tecnología*. Madrid: Editorial CEP.
- MEYER, K. y WOODRUFF, E. (1997). Consensually driven explanation in science teaching. *Science Education*, 81, 173-194.

- PARENTE, P. (2005). *Lego pinhole camera*. Disponible en: http://www.cs.unc.edu/~parente/igv/hw1/parente_hw1.html (Última consulta: 23-05 2006).
- SERIE DE CIENCIA RECREATIVA “EL MUNDO DE BEAKMAN” (*Beakman’s World*). Directed by Jay Dubin. Executive producer: Mark Waxman. Produced by Robert Heath), emitida a finales de los 90, en el programa “El club de las ideas”, de la cadena televisiva andaluza, Canal Sur y que posteriormente fue emitida en el programa “Cuatrosfera”, de la cadena Cuatro.
- VEGA, J.L. (1980) (Coord.) *El libro del automóvil*. Madrid: Selecciones del Reader’s Digest (Iberia) S.A.

