



**Unidad
didáctica 2**

**Poleas
Formación de grupos
de trabajo:
distribución de papeles**



**DEL CLAVO
AL ORDENADOR**

DEL CLAVO AL ORDENADOR

Unidad didáctica 2

Poleas

**Formación de grupos de trabajo:
distribución de papeles**



Ministerio de Educación y Cultura

Secretaría General de Educación y Formación Profesional

Programas de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación

Son autores de esta unidad didáctica:

Sebastiá Vidal

Coordinación pedagógica:

Carmen Candiotti López-Pujato



Ministerio de Educación y Cultura

Secretaría General de Educación y Formación Profesional

Programas de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación

Edita: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica

N.I.P.O.: 176-96-059-3

I.S.B.N.: 84-369-2945-4

Depósito legal: M. 39.260-1996

Imprime: Fareso, S. A.

Paseo de la Dirección, 5
28039 Madrid

I. Introducción

1. Presentación

Después de una primera toma de contacto con los problemas tecnológicos que se nos presentaron en nuestro primer capítulo, nos enfrentaremos a nuevos retos con el desarrollo de un proyecto tecnológico completo. En esta unidad didáctica resolveremos, diseñando y construyendo soluciones adecuadas, el problema planteado a la hora de vencer el obstáculo que supone un río, mediante un puente que no impida la navegación. En este proceso de resolución de problemas tecnológicos utilizaremos diferentes fuentes de información y recursos que nos ayudaran a profundizar en los conocimientos tecnológicos necesarios. No olvidemos que las actitudes de curiosidad e interés por participar de forma activa y creadora en este proceso serán las que más nos ayuden en nuestra formación, tanto en el aspecto de la técnica como en el de la Didáctica.

Recordemos también la importancia que tiene en estos documentos el apartado «Manos a la Obra» en cuanto a la formación tecnológica; ésta se nos ofrece paralelamente al proceso de diseño y construcción de los sistemas técnicos que resuelven nuestras necesidades. En este apartado se presentan conceptos y procedimientos que enriquecerán dicha formación.

En general, aplicaremos la máxima de que podemos conseguir la mayoría de los objetivos que nos planteemos a partir del estudio razonado y la reflexión. Y la obtención de resultados satisfactorios en nuestra formación será la mejor gratificación a nuestro esfuerzo como profesionales.

2. Objetivos

Con esta unidad didáctica y el documento audiovisual se pretende que los profesores y profesoras que siguen el curso desarrollen sus capacidades para:

- Analizar y resolver de forma ordenada y metódica el problema tecnológico de la construcción de un puente (maqueta), seleccionando los materiales más adecuados para construir su estructura y evaluando los resultados parciales y final para su posible mejora.
- Analizar e identificar las características básicas de los materiales de cartulina, papel, cartón,..., para su utilización en la construcción de estructuras resistentes y aplicar las técnicas básicas en el tratamiento de estos materiales.
- Analizar y construir los operadores tecnológicos básicos utilizados en la ejecución de la propuesta de trabajo (estructuras, poleas,...), y explicar y aplicar los principios físicos en los que se fundamentan.
- Utilizar adecuadamente los adhesivos más comunes en el mercado, conociendo las características de unión según los diversos materiales y el poder adherente en cada caso, teniendo presente además las normas de seguridad específicas para su uso.
- Fomentar, como profesor o profesora, el trabajo en equipo de sus alumnos y alumnas, dinamizando adecuadamente las gestiones de formación de grupos de trabajo o su reajuste desde una perspectiva didáctica.
- Utilizar adecuadamente el dosificador de plástico termofusible y las técnicas de pegado con este material, teniendo en cuenta las normas de seguridad propias de su uso como adhesivo.
- Interesarse activamente hacia la propia formación en el área de Educación Tecnológica, tanto en los aspectos de actualización científico-técnica como en los de formación didáctica, de acuerdo con los nuevos planteamientos curriculares al respecto.

3. Resumen de contenidos

I. Introducción	3
1. Presentación	5
2. Objetivos	7
3. Resumen de contenidos	9
4. Conocimientos previos	11
II. Manos a la obra. Formación tecnológica	13
1. Materiales	15
1.1. Los pegamentos	15
1.2. Normas generales de selección, uso y seguridad	15
1.3. Algunos pegamentos y sus características	16
1.4. Aplicación de las técnicas	18
2. Operadores tecnológicos	21
2.1. Análisis de estructuras	21
2.2. La polea	32
III. Fundamentación científico-técnica	43
1. Las fuerzas y su representación gráfica	45
1.1. Concepto de fuerza	45
1.2. Medición de fuerzas	45
1.3. Representación de fuerzas	45
1.4. Resultante de un sistema de fuerzas	47
1.5. Cuerpos en equilibrio y cuerpos en movimiento	49
2. La polea como máquina simple	51
2.1. La utilización de la polea	51
2.2. La polea fija	51
2.3. Potencia y velocidad	53
2.4. La polea como reductor de velocidad y multiplicador de fuerza	53
IV. Manos a la obra	59
1. Análisis de soluciones a la propuesta de trabajo del capítulo anterior	61

1.1. Solución 1	62
1.2. Solución 2: Un acueducto inclinado	70
1.3. Solución 3: Un mecanismo que recupera altura	71
1.4. Un antiguo problema tecnológico: construir un puente	73
1.5. Concreción de la propuesta	73
V. Con nuestros alumnos y alumnas	75
— Reorganización de grupos	81
VI. Entre máquinas y herramientas	85
— La pistola termoselladora	87
1. Descripción	87
2. Funcionamiento	88
3. Normas de seguridad	92
VII. Lecturas comentadas. Bibliografía	95
VIII. Glosario	99
IX. Solución a las actividades planteadas	105
— Conocimientos previos	107
— Solución a la actividad específica propuesta en «Manos a la obra»	116

4. Conocimientos previos

¿Cómo funciona nuestra mente al enfrentarnos a un problema que nos exige actuar hacia su solución? ¿Qué procesos mentales se ponen en marcha?

No resulta fácil contestar a estas preguntas ni a otras semejantes. Es evidente que forman parte de planteamientos del ámbito de las ciencias que estudian la mente y su funcionamiento y parece que no existe una respuesta concluyente y definitiva. Pero lo que sí parece cierto es que las ideas que poseemos, los conocimientos ya aprendidos y la predisposición a aplicarlos, afectan a la forma con la que nos enfrentamos a situaciones problemáticas y a la naturaleza de las respuestas o soluciones que aportamos.

Así, pues, si la modificación de la forma de pensar depende tanto de las ideas de partida como de la nueva información que se recibe, cualquier estrategia de enseñanza debe tener en cuenta las ideas previas para elegir *adecuadamente los contenidos que hay que enseñar y las experiencias de aprendizaje, y conseguir una eficaz presentación de los objetivos propuestos.*

Volveremos sobre estos conceptos en algunos de los apartados de «Con nuestros alumnos y alumnas»; pero, ahora, antes de empezar, expongamos nuestras propias ideas sobre algunos de los contenidos de esta Unidad.

¿Cómo resolvería Ud. estas situaciones...?

Situación A

Disponemos de una tira de papel rectangular, de unas dimensiones aproximadas de 10 × 30 cm (una de las mitades de una hoja con formato DIN A4 cortada longitudinalmente). Con sólo este material, deberemos conseguir soportar al menos 4 monedas de 100 ptas. a una altura mínima de 25 cm.

¿Se atreve con más...?

Situación B

Tomando una hoja de papel semejante a la anterior, pero de dimensiones equivalentes a una DIN A4, que se apoya en posición horizontal a manera de plataforma entre dos libros que actúen como columnas de igual altura, separados entre sí unos 20 cm, tal como se puede observar en el dibujo, ¿se atreve a verter 1/4 de litro de agua en un vasito de papel colocado en su zona central sin que ceda la plataforma?

Situación C

¿Podrá suspender entre dos apoyos de igual altura un cuerpo de 1 Kg con la simple ayuda de un cordel y una hoja de papel de las mismas dimensiones que la anterior?

Seguramente ha dado con la solución a los sencillos problemas que le han sido planteados. Para ello Ud. habrá recurrido a una compleja red de conocimiento adquiridos a través de su experiencia anterior o a través de su experimentación a partir de algunas ideas ya concebidas.

En todo caso, ha tenido que resolver situaciones en las que se exige determinado esfuerzo, más o menos importante, a un material aparentemente muy débil o endeble como el papel. Y todas las soluciones pasan por manipular convenientemente este material, dotándolo de estructura y resistencia suficientes para salvar las situaciones comprometidas a las que lo sometemos.

En esta Unidad Didáctica investigaremos sobre estas cuestiones relacionadas con la teoría de las estructuras resistentes, además de otras relacionadas con las máquinas simples que desarrollan un trabajo.

II. Manos a la obra. Formación tecnológica

1. Materiales

1.1. Los pegamentos

En el capítulo anterior se nos propuso diseñar y construir una estructura a través de la que tres móviles se desplazaran, poniendo en funcionamiento cada uno de ellos al siguiente de forma consecutiva. Recordemos que los materiales que debíamos usar eran únicamente dos cartulinas y un poco de cartón. Para realizar las uniones entre las diferentes piezas de estos materiales podemos utilizar pliegues y cortes convenientemente hechos, pero las uniones son débiles y complicadas. Además, con otro tipo de materiales necesitaremos sistemas de pegado más resistentes. Para ello podemos usar los diferentes pegamentos que se presentan en el mercado.

Actualmente disponemos de muchos tipos diferentes de sustancias que permiten la unión de casi toda clase de materiales, dependiendo de cada material y sustancia la técnica que hay que aplicar.

Las características que definen, por lo general, una unión en la que se ha utilizado alguna sustancia como pegamento, dependen de diversos factores:

- La superficie de los materiales que hay que unir (porosa, lisa, rugosa,...).
- La naturaleza de estos materiales (flexibles, rígidos, composición química,...).
- Las características químicas de la sustancia usada como pegamento (celulosas, cianocrilatos, plástico,...).
- Los tiempos de secado del pegamento y el período de validez de su uso.
- El esfuerzo o carga a que deba someterse la unión.
- La resistencia de la sustancia a disolverse, etc.

En general, por lo que respecta a nuestra clase de Educación Tecnológica, deberemos tener en cuenta a la hora de utilizar pegamentos unos aspectos básicos que hemos de conocer:

1.2. Normas generales de selección, uso y seguridad

Los materiales que usamos en la clase serán los que determinen el tipo de pegamento que se utilizará. Tendremos en cuenta también razones de economía: la eficacia de ciertos pegamentos es la misma ante ciertos materiales, aun cuando unos sean más caros que otros.

La necesidad de aprovechar lo más posible el tiempo en nuestras clases nos exigirá el uso de pegamentos de secado rápido y que las piezas puedan ser utilizadas cuanto antes.

Una gran parte de los actuales pegamentos contienen sustancias disolventes de tipo volátil que son tóxicas. La legislación prohíbe en ciertos casos la utilización de estos pegamentos en los centros escolares. En todo caso, cuando no se estén usando, los contenedores de los pegamentos deben mantenerse debidamente cerrados para evitar la pérdida de su contenido, ya que casi todos ellos basan su eficacia adherente en el endurecimiento de la sustancia que los compone al contacto con el aire.

Asimismo, estas sustancias no deben entrar en contacto con la piel. Los pegamentos deben utilizarse con el aplicador que presente el frasco o aplicarse con espátulas, pinceles, trocitos de cartón adecuados, etc.

Algunos pegamentos son incompatibles con ciertos materiales. En ocasiones disuelven los materiales que hay que unir, estropeando las piezas (pegamento o cola de contacto y poliuretano expandido). Hay pegamentos que sólo son eficaces con algunos materiales, por lo que su uso con otros constituye un desperdicio.

Dado lo específico de algunos pegamentos, siempre se tendrá disponible el prospecto de instrucciones que los acompaña y se conocerá qué medidas tomar en caso de que se produzca algún accidente con relación a su uso.

En todo caso, la eficacia de una unión con pegamento exige que las superficies que se han de unir estén secas y libres de grasa, polvo o suciedad.

1.3. Algunos pegamentos y sus características

1.3.1. Pegamentos celulósicos

Aptos para unir papel y cartón, dando cuerpo a las uniones. Son baratos y no son tóxicos. Pueden servirnos en el taller para, mezclados con pasta de papel o serrín, modelar alguna pieza o conseguir acabados interesantes en los trabajos realizados.

Su principal inconveniente es que se ablandan con el agua y tardan mucho tiempo en secarse y por ello poder ser utilizadas las piezas tratadas.

1.3.2. Cola blanca o de carpintero

Une una amplia gama de materiales: papel, cartón, cerámica, materiales porosos. Es ideal sobre todo para madera.

Se emplea repartiendo una capa fina sobre las dos superficies que pretendemos unir, juntándolas antes de que se seque y manteniéndolas sometidas a presión hasta que se haya endurecido. Cuando esto ocurre, su primitivo color blanco se hace transparente.

Tarda bastante en secarse y se ablanda al contacto con el agua. No sirve para metales, cristal o plásticos no porosos.

1.3.3. Cola de contacto o de zapatero

También une una amplia gama de materiales, y es especialmente adecuada para las superficies lisas. Es de fácil uso y se seca con bastante rapidez, soportando la unión considerables esfuerzos.

Debe aplicarse sobre las dos superficies, extendiéndose en una capa muy fina. Posteriormente se deja secar hasta que el pegamento no se adhiere al tacto. A continuación se unen las superficies, sometiéndolas unos instantes a presión.

Su principal inconveniente estriba en que contiene sustancias tóxicas, por lo que su uso debe restringirse a las marcas que no las posean. Los disolventes que contiene son activos con ciertos tipos de plásticos, por lo que tampoco debe usarse con estos materiales.

1.3.4. Adhesivo de dos componentes

Se trata de dos sustancias (suelen contener resinas epóxicas) que por separado no tienen especial poder adherente, pero que al mezclarse reaccionan entre sí formando una especie de cemento. Son muy adecuados para unir superficies de cristal o metal. La unión de piezas con estos pegamentos suele ser muy resistente, aceptando grandes cargas o tracciones sin separarse.

Presentan la dificultad de que hay que realizar la mezcla antes de aplicarlos y que tardan bastante en endurecerse, tanto para su aplicación como para el uso posterior de los materiales. Además, el pegamento sobrante se desperdicia.

1.3.5. Adhesivos instantáneos (cianocrilatos)

Su composición se basa mayoritariamente en la sustancia cianocrilato. Se caracterizan por la rapidez de su endurecimiento y por la resistencia de la unión. Suelen ser operativos con casi todos los materiales y se necesita sólo una pequeña cantidad para una unión eficaz.

Como contrapartida plantean su alta toxicidad y la peligrosidad que entraña su contacto con la piel, ya que son difícilmente eliminables con disolventes orgánicos no tóxicos.

1.3.6. Adhesivos sólidos en barra

Suelen aplicarse a través de un stick, en barra. Son muy fáciles de usar y no contienen sustancias tóxicas. Unen materiales como papel, cartón y tela, pero no tienen un elevado poder adherente. A veces conviene su

utilización por la posibilidad de desunir de nuevo las superficies pegadas (documentos, fotografías), lo cual en el caso de otros pegamentos estropearía las piezas pegadas.

1.3.7. Pegamento termofusible

Se trata de plástico que al fundirse permite ser usado como material de unión entre las piezas que desean pegarse. Al solidificarse forma cuerpo con éstas y presenta un aceptable poder adherente si la unión no somete a grandes esfuerzos de tracción o torsión.

Para su aplicación se emplea un dosificador en forma de pistola, basado en un tubo envuelto en una resistencia eléctrica, que es la que proporciona, una vez conectada a la red, calor para la fusión de la barrita de plástico.

Tiene la ventaja de que se solidifica rápidamente y es eficaz sobre la mayoría de materiales. De uso muy cómodo, este tipo de pegamento se utiliza ampliamente en los talleres y las aulas de Educación Tecnológica, por lo que le dedicaremos en este mismo capítulo el apartado «Entre Máquinas y Herramientas».

Además de los presentados, hay otros muchos pegamentos en el mercado, pero ya sea por su uso específico sobre determinados materiales, por la dificultad de su aplicación o por la toxicidad de sus componentes, no suelen ser empleados en el ámbito escolar. La selección de los pegamentos utilizados en el Aula de Tecnología debe realizarse en todo caso atendiendo con sumo cuidado las instrucciones de sus respectivos prospectos.

1.4. Aplicación de las técnicas

Teniendo en cuenta las técnicas de corte y plegado presentadas en el primer capítulo de esta serie, vamos a construir un artilugio de cartón y papel para experimentar alguno de los pegamentos explicados, así como la manipulación de estos materiales básicos.

Elija cartón delgado (del tipo del de las cajas de zapatos) y dibuje en él el desarrollo de un prisma de base cuadrada. Las medidas pueden ser las de $3,5 \times 3,5 \times 34$ cm.

Las zonas con trama son las superficies en las que se aplica el pegamento que considere adecuado. Con pilares de cartón semejantes a este se construye uno de los puentes que dan solución a la propuesta de trabajo planteada en el apartado de «Manos a la obra».

Sobre cartulina dibuje el desarrollo de un prisma de base triangular (1 cm de lado; 10 cm altura) y realice las mismas operaciones de plegado y pegado que en el caso anterior.

Recorte de un folio de papel un cuadrado de 21×21 cm. Dibuje las diagonales y realice los cortes que se ven en el dibujo. Pliegue y pegue utilizando el pegamento más adecuado.

A continuación, recorte en cartulina un alerón y péguelo en el prisma triangular y, con la ayuda de un alfiler o alambre fino, engarce la hélice en el centro de la base que queda libre.

Calcule el centro de equilibrio horizontal del conjunto formado por la hélice, el prisma y el alerón. Con la ayuda de otro alambre y unas arandelas metálicas, monte este conjunto sobre el pilar de base cuadrada.

Por último, sobre una placa de cartón ondulado que sirva de base, pegue todo el conjunto. Utilice en cada caso los pegamentos más adecuados según los materiales y el esfuerzo que deben aguantar las uniones.

Compruebe, una vez montado, y que el molinillo funcione, la solidez de las uniones y la adecuación de los pegamentos.

2. Operadores tecnológicos

2.1. Análisis de estructuras

En la Unidad Didáctica 1 se había definido **estructura** como el conjunto de elementos, naturales o no, que debidamente distribuidos y relacionados entre sí, permiten su mantenimiento en una determinada situación espacial y sostener o transportar al mismo tiempo otro conjunto de elementos, soportando su peso y ofreciendo la debida resistencia a las fuerzas que actúan sobre ellas sin volcar ni derrumbarse.

Se dijo también que la mayoría de las estructuras modernas se componen de elementos básicos, con unas formas determinadas, los **perfiles**, que aportan rigidez y consistencia a los materiales en su disposición espacial. La forma concreta de estos perfiles atiende a la necesidad de soportar las fuerzas que actúan sobre la estructura.

Conocer cuáles son estas fuerzas y saber en qué medida afectan a las estructuras son conocimientos fundamentales para que no se produzca la falla estructural, es decir, el hecho de que ceda la estructura y deje de cumplir su misión.

El análisis estructural permite conocer el efecto de las fuerzas sobre las estructuras y cada uno de sus elementos. En las clases de Educación Tecnológica, utilizando materiales diversos, desde los más endebles, como el papel o la cartulina, a los más resistentes, como los metales o el hormigón, se diseñan y construyen estructuras que imitan a las que podemos observar en nuestro entorno cotidiano. A través de esta actividad se experimenta y se nos permite acceder al conocimiento de las fuerzas y sus efectos sobre las estructuras.

Fuerza y movimiento son dos de los conceptos más importantes en ciencias. Sin las **fuerzas**, nada «sucedería» en el Universo, y sin **movimiento** el Universo dejaría de existir. La ciencia que estudia la manera cómo reaccionan los objetos cuando actúan sobre ellos las fuerzas recibe el nombre de Dinámica. En el apartado «III. Fundamentación científico-técnica» de esta Unidad Didáctica se presentan algunas aclaraciones sobre los conceptos científicos de esta parte de las Ciencias Físicas.

2.1.1. Clases de esfuerzos a los que se someten las estructuras

En cualquier estructura puede detectarse la acción de estos tipos de fuerzas:

- **Estáticas** o **estacionarias**, debidas al propio peso de los materiales que forman la estructura o la carga que soporta.
- **Dinámicas** o **motrices**, producidas por agentes externos a la estructura, como pueden ser vehículos, viento, mar, gente, etc.

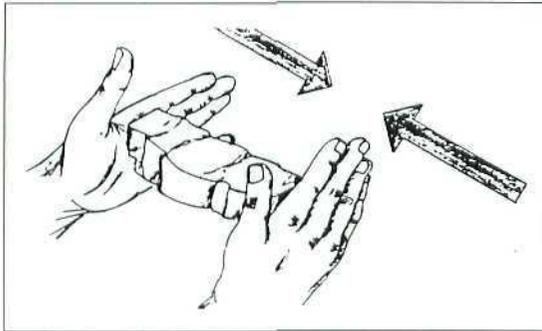
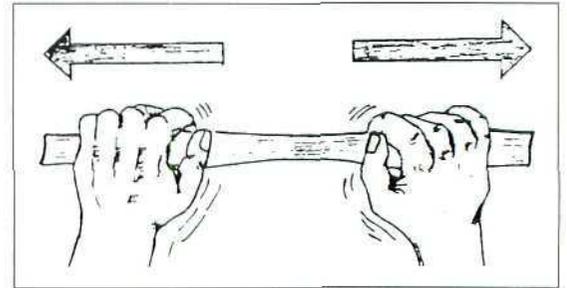
Cuando las fuerzas actúan sobre los materiales, en este caso sobre las estructuras, producen en éstas unos **esfuerzos internos**. Si las fuerzas en cuestión son demasiado grandes, puede producirse el **fallo estructural**

que antes se mencionaba. Estos esfuerzos dependen de cómo actúan las fuerzas sobre los materiales y, dada la importancia de conocerlos para el análisis estructural, a continuación se describen los más simples:

Esfuerzos de tracción

Cuando sobre determinado cuerpo actúan fuerzas que «estiran» sus materiales, este cuerpo está sufriendo un esfuerzo de tracción.

Al actuar este tipo de esfuerzo sobre los cuerpos, y según sea su elasticidad, estos tienden a aumentar su longitud, volviendo a la longitud inicial al cesar la acción de las fuerzas de estiramiento.

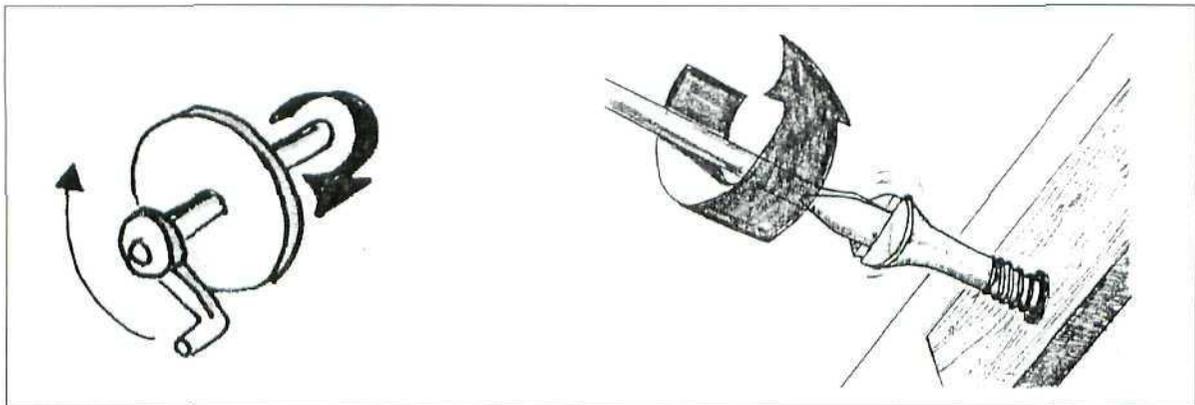


Esfuerzos de compresión

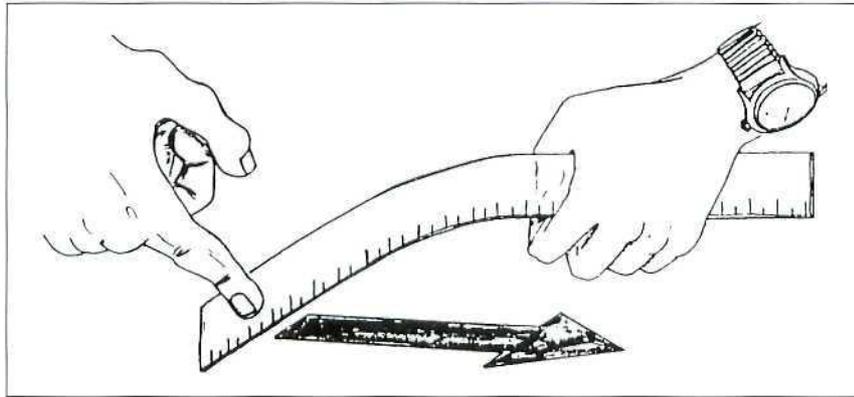
Al contrario de los anteriores, el esfuerzo de compresión se produce cuando determinadas fuerzas actúan sobre un cuerpo, aplastándolo o reduciendo su longitud. Este tipo de esfuerzo lo sufren las estructuras que deben soportar cargas o pesos.

Esfuerzos de torsión

Se dice que los materiales de determinado cuerpo sufren el esfuerzo de torsión cuando las fuerzas que actúan sobre ellos tienden a retorcerlos sobre sí mismos. Un ejemplo de este tipo de esfuerzos es el que se produce cuando se acciona una manivela: se producen fuerzas de torsión en el eje de la manivela.



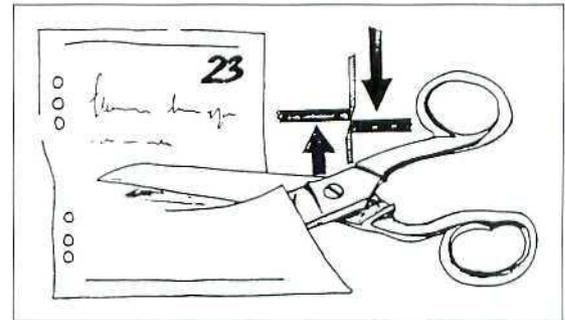
Esfuerzos de flexión



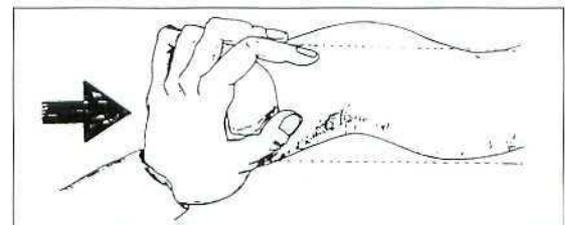
Cuando una fuerza actúa en ángulo sobre una barra, produce sobre ésta un esfuerzo de flexión. La fuerza tiende a doblar la barra. En realidad, se trata de la acción combinada de fuerzas de compresión en el lado hacia el que se dobla la barra, y de tensión en el lado opuesto. Este fenómeno puede observarse fácilmente al flexionar una barra de espuma: los materiales de la parte superior de la barra de la figura se separan entre sí, estirándose, mientras que los materiales de la cara inferior se comprimen, acercándose unos a otros.

Esfuerzos de cizalla o cortadura

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo tienden a producir un desplazamiento por resbalamiento de los materiales en sentidos opuestos entre sí, produciéndose separación de partes con relación a un plano de corte. Un buen ejemplo de este tipo de esfuerzo lo tenemos al cortar una hoja de papel con unas tijeras, como muestra la figura.



Cuando las estructuras se hallan sometidas a esfuerzos que superan su capacidad de resistencia se producen fenómenos indeseados que perjudican su funcionalidad. Los más frecuentes son el **pandeo** y la **rotura**.

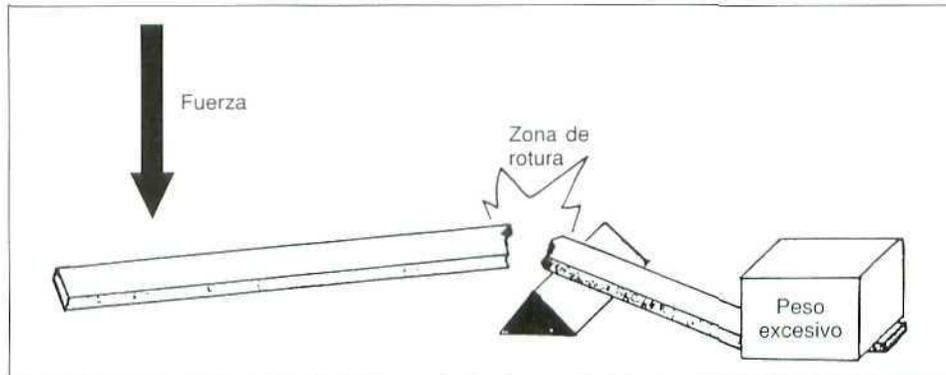


Fenómeno de pandeo

Se produce en una estructura que soporta fuerzas de compresión excesivas y los soportes son demasiado delgados o débiles para soportar el esfuerzo.

Fenómeno de rotura

Cuando los elementos estructurales sufren la acción de fuerzas con intensidad mayor a la que su resistencia es capaz de soportar, se produce la rotura o la deformación definitiva. La rotura en un material depende de su **límite de elasticidad**. La zona en donde se produce la separación de materiales o la deformación irrecuperable recibe el nombre de zona de rotura.

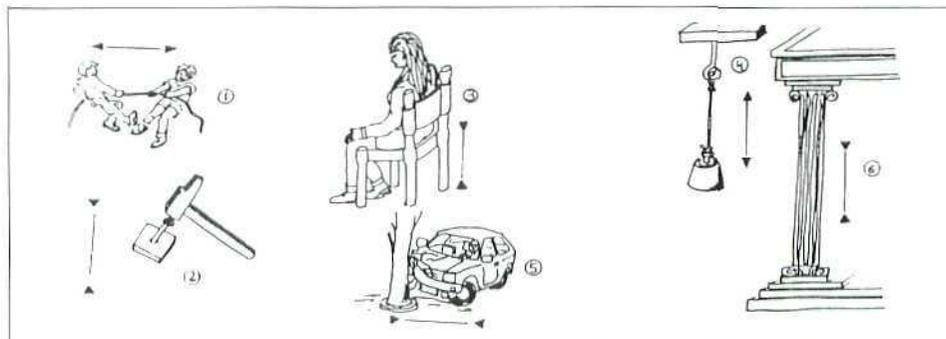


Es imprescindible, para el diseño y construcción de estructuras, conocer cuáles son los elementos, formas, perfiles y disposiciones espaciales que resisten mejor tal o cual esfuerzo. A continuación se plantea una sencilla investigación sobre análisis de perfiles sometidos a distintos esfuerzos que puede ayudar a optimizar los futuros diseños en las propuestas de trabajo que se desarrollen en este curso de formación.

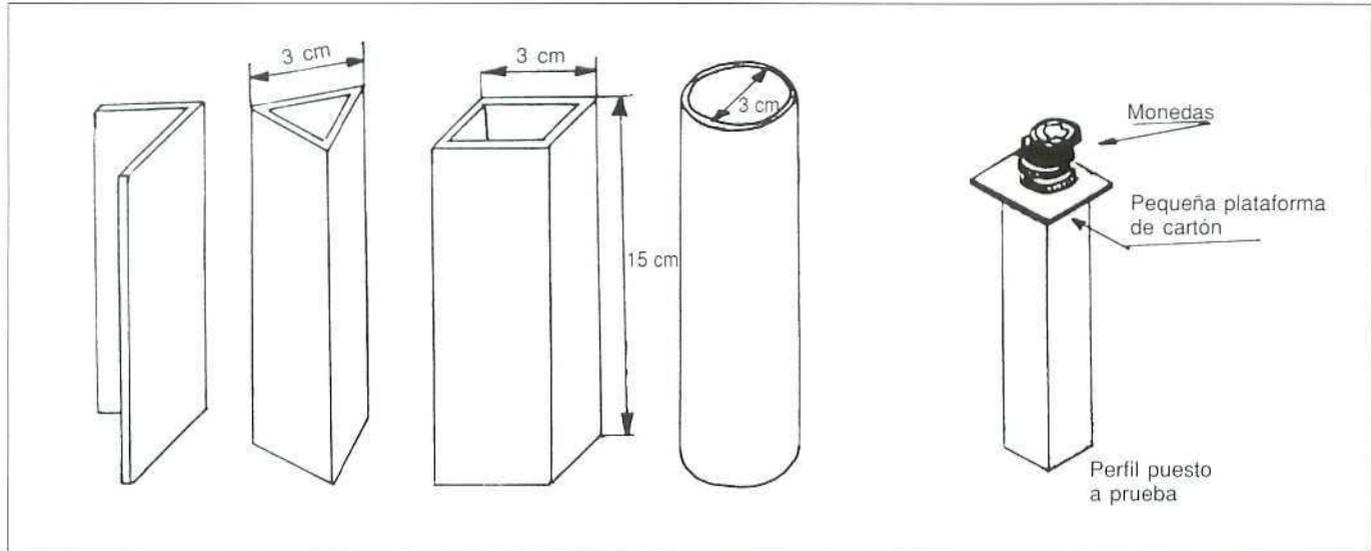


Actividad 1. Análisis de estructuras

1. Atendiendo a la figura siguiente, indique en cuál de las situaciones se producen fuerzas de tensión o tracción y en cuáles se producen fuerzas de compresión.

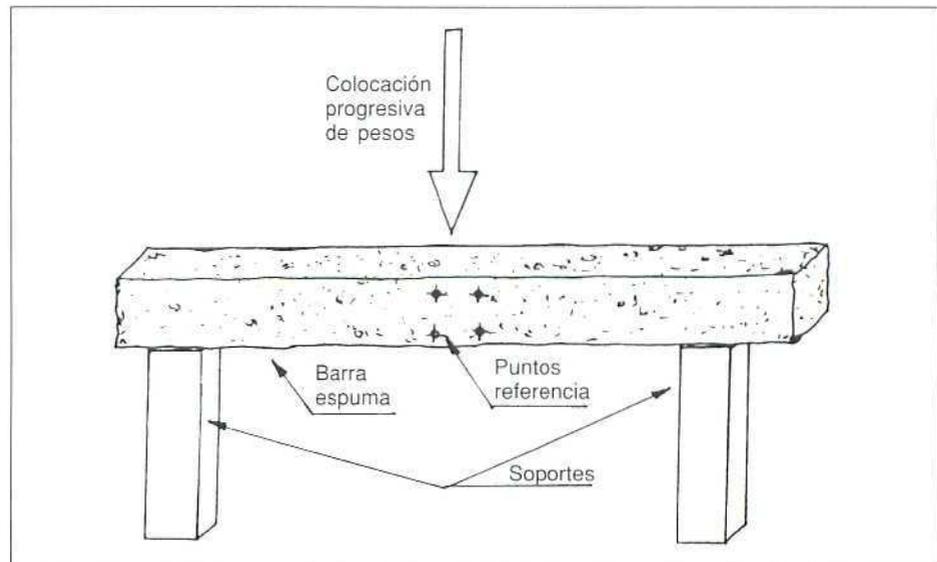


2. Prepare los perfiles que se presentan en la figura, procurando ajustarse a las medidas o proporciones entre ellas. Utilice para su construcción papel de periódico. Disponga de ellos tal como se indica. Tome monedas de 100 ptas. como objeto unidad de carga e investigue cuál de los perfiles presenta mayor resistencia a cada uno de los esfuerzos que se indican. Anote en cuáles aparecen primero los fenómenos indeseados de pandeo o rotura.



3. Recorte en espuma una barra de dimensiones $5 \times 5 \times 20$ cm y dispóngala sobre dos soportes como muestra la figura. Marque con rotulador en una de las caras los puntos A, B, C y D, separados entre sí 4 cm, como vértices de los ángulos de un cuadrado imaginario.

Sitúe sobre la zona central diferentes objetos, aumentando progresivamente el peso. En cada ocasión mida las distancias entre los puntos A y B, y C y D. Compárelos con las medidas anteriores e indique qué tipo de esfuerzo sufre la barra de espuma.



2.1.2. Rigidez y resistencia de las estructuras

Los armazones de las estructuras necesitan presentar rigidez ante los esfuerzos a los que se somete cada uno de sus elementos y no deben hundirse para cumplir adecuadamente con su función.

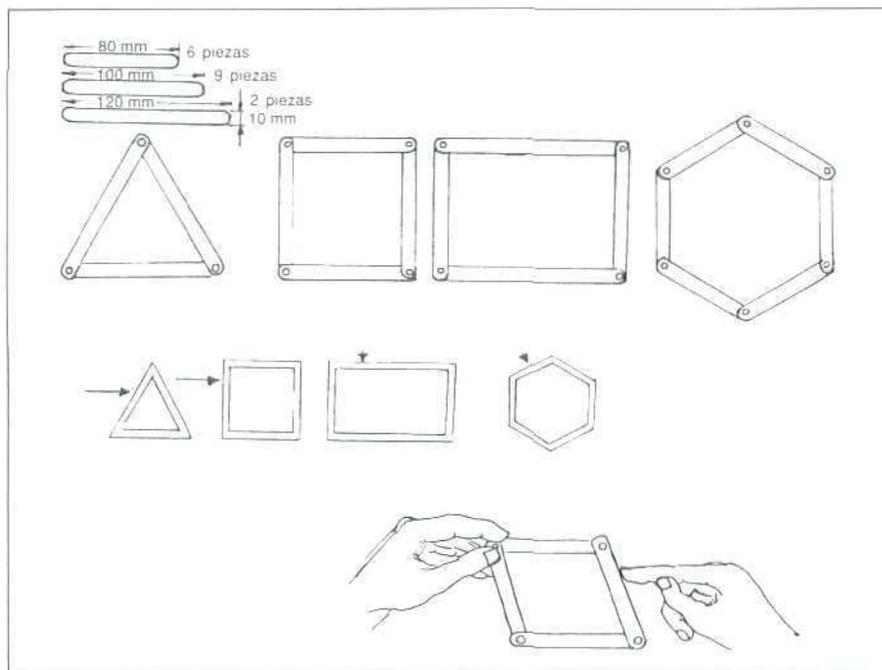
En las siguientes actividades se propone un sistema para comprobar las mejores soluciones en la disposición de los elementos de la estructura para conseguir esta rigidez. Estos conocimientos serán de gran ayuda en la realización de la propuesta de trabajo en la que se nos encomienda la construcción de un puente.



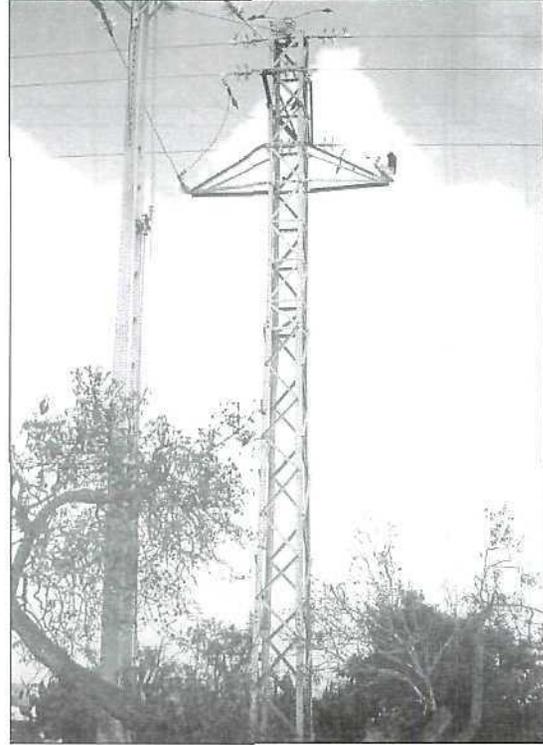
Actividad 2

Recorte en contrachapado fino o en cartón laminado las piezas que se indican en la próxima figura. Construya, utilizando remaches o pequeños tornillos y tuercas para las uniones, las figuras geométricas que se muestran en la figura. Se trata de un conjunto de estructuras en armazón articuladas.

Sujetando cada estructura como se ve en el ejemplo, compruebe cuáles de ellas son rígidas y cuáles no. Realice un boceto de cada figura según haya quedado después de someterla a esfuerzos de tracción o de compresión. Indique cuál es el modelo de armazón que mejor soporta las fuerzas sin deformarse.

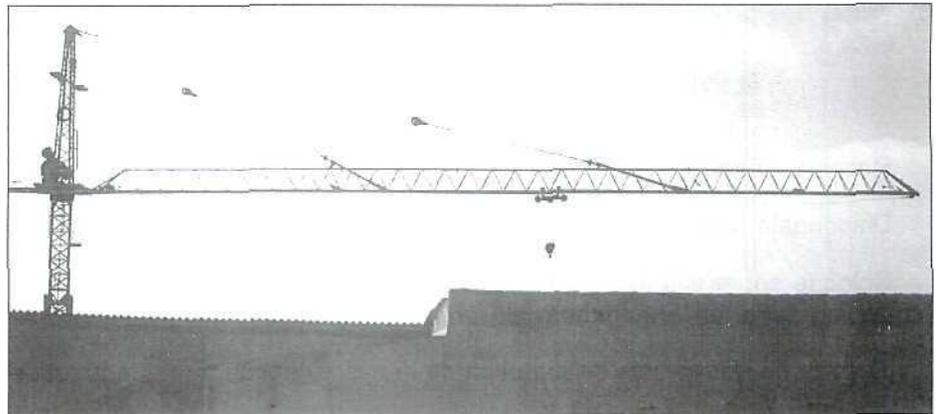


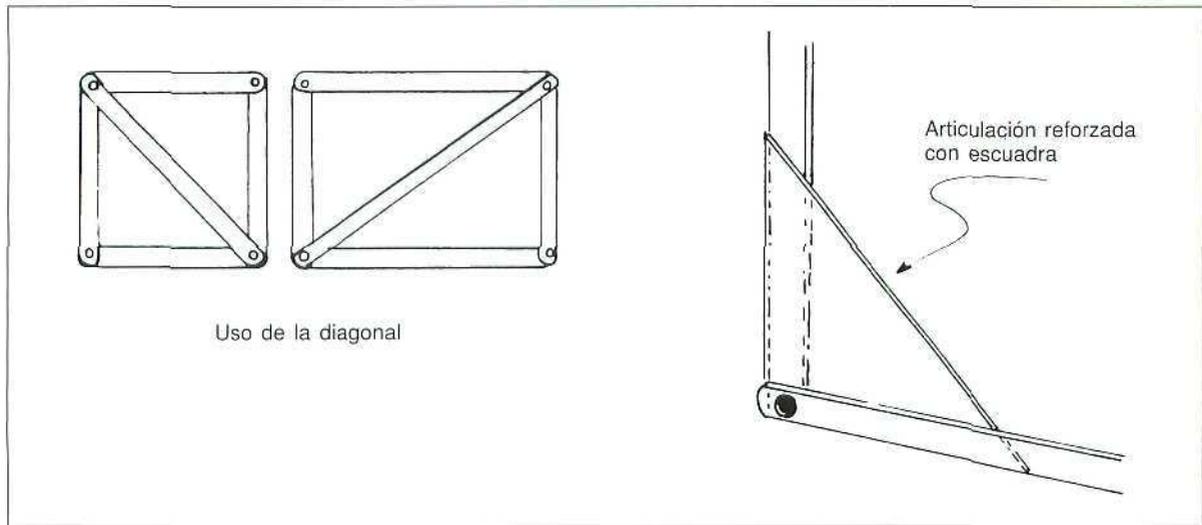
Ya habrá comprobado que la forma triangular es la que ofrece mayor rigidez ante los esfuerzos. Observe las fotografías e identifique en ellas las formas triangulares en los armazones de estas estructuras que soportan fuerzas enormes.



Actividad 3

Elija algunas de las figuras de la actividad anterior que no mostraban suficiente rigidez ante las fuerzas que se les aplicaban. Recorte una pieza más que le permita colocarla como diagonal en la forma elegida. Compruebe de nuevo su rigidez y anote las diferencias observadas.





Al estudiar los diferentes tipos de perfiles en la anterior Unidad Didáctica, se analizaban unos elementos que dotaban de rigidez las uniones entre perfiles o entre estos y la base.

Confecciónelos en cartón fino y añada esos componentes estructurales a las formas de la Actividad anterior para conseguir una mayor resistencia. Utilice pegamento adecuado para su unión.

Recuerda



Para conseguir resistencia a los esfuerzos en las estructuras de armazón se utilizan sobre todo las formas triangulares, las diagonales y las cartelas o escuadras.



Actividad 4

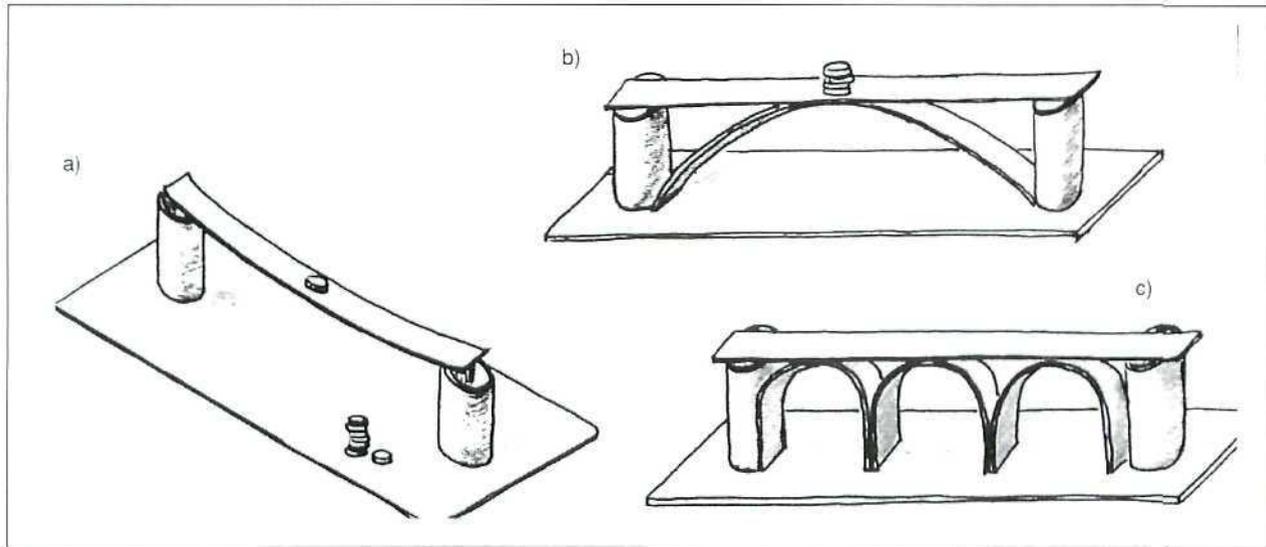
Recorte en cartulina una pieza rectangular de 30×4 cm.

Dispóngala sobre dos soportes (tacos de madera, cajetillas, vasos,...) de igual altura (a).

Coloque sobre ella monedas, hasta que se produzca el fallo estructural. Anote la cantidad de monedas que ha podido soportar la estructura así creada.

Recorte de nuevo tiras de cartulina de la misma anchura que la anterior (4 cm) y longitud suficiente para los montajes (b y c).

Compruebe la cantidad de monedas que soporta cada uno de dichos montajes. La diferencia entre ambas situaciones depende del componente añadido, el **arco**.



Recuerda



El arco es un elemento capaz de mejorar la resistencia en ciertas estructuras, sobre todo horizontales. Se utiliza desde muy antiguo como componente arquitectónico en puentes y edificios para compensar los esfuerzos de flexión en las vigas y plataformas.



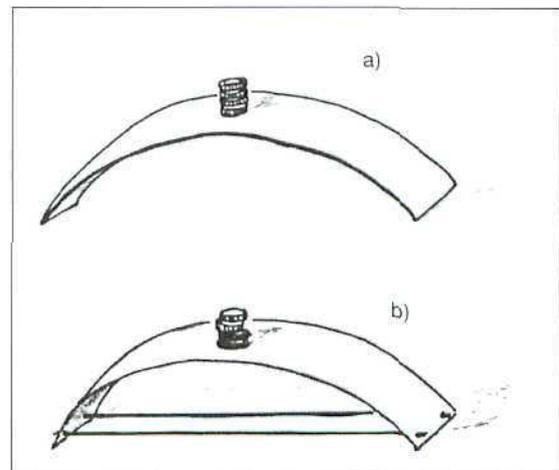
Actividad 5

Coloque una pieza rectangular de cartón de 30×4 cm (a) y otra de iguales características, pero con los hilos dispuestos como en (b).

Compruebe las diferencias de resistencia entre ambas piezas utilizando monedas como en los ejemplos anteriores.

También, análogamente al caso anterior, estas diferencias se deben al elemento estructural añadido; el **tensor**.

Los tensores pueden colocarse en múltiples posiciones según las necesidades o los esfuerzos que sufren las estructuras.



Recuerda



Los tensores son elementos que ayudan a soportar los esfuerzos de tracción en otros componentes de una estructura. Pueden ayudar a reforzar los arcos o a triangular formas geométricas en las estructuras de armazón.

2.1.3. Estabilidad de las estructuras

Además de su rigidez y capacidad de resistencia, las estructuras deben tener **estabilidad** para cumplir con su función.

En una estructura, cuanto mayor es su estabilidad mayores son los esfuerzos que puede soportar sin variar su estado de equilibrio.

La estabilidad de cualquier estructura depende de su **centro de gravedad (c.d.g.)**, es decir, del punto de aplicación de la fuerza resultante del sistema de fuerzas gravitatorias que actúan sobre ella.

Ya se ha dicho que esta resultante equivale al peso del cuerpo y puede considerarse como si en el centro de gravedad estuviera concentrada toda la masa del cuerpo. Si en este punto se aplica una fuerza de igual intensidad al peso, en la misma dirección pero en sentido opuesto, el cuerpo permanece en equilibrio.

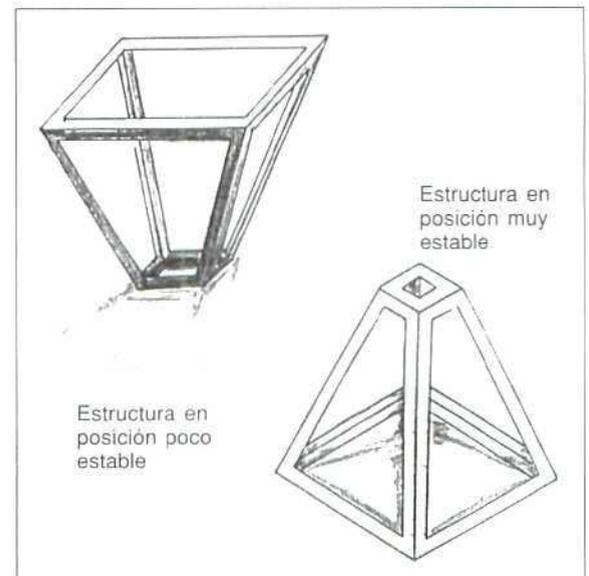
La situación del c.d.g. es determinante para la estabilidad de cualquier estructura. En los cuerpos cuya forma es geoméricamente regular, el centro de gravedad coincide con el centro geométrico. En los cuerpos con formas irregulares, el c.d.g. depende de la distribución de las masas en el cuerpo.

Las estructuras suelen apoyarse en una base. La base de apoyo o sustentación de una estructura es la superficie comprendida entre todos los puntos sobre los que se apoya o sustenta la estructura. Cuando la vertical trazada desde el centro de gravedad de una estructura se proyecta fuera de la base de sustentación, la estructura pierde su condición de equilibrio estable y tiende a volcar.

Recuerda



La estabilidad de una estructura es mayor cuanto más bajo esté su centro de gravedad y cuanto más amplia sea su base de sustentación.





Actividad 6

Aplicando los conocimientos sobre análisis de estructuras (esfuerzos, rigidez, resistencia y estabilidad), diseñe y construya con las condiciones que se describen a continuación, una estructura capaz de cumplir su función de sostén y ser suficientemente estable.

Materiales:

- Un cilindro de cartón de 30 cm altura \times 4 cm de diámetro aproximadamente (puede servir un portarrollo de papel para cocina).
- Varillas de papel enrollado (como las que se presentan en la Unidad Didáctica 1).
- Pegamento plástico termofusible u otro similar.

Herramientas:

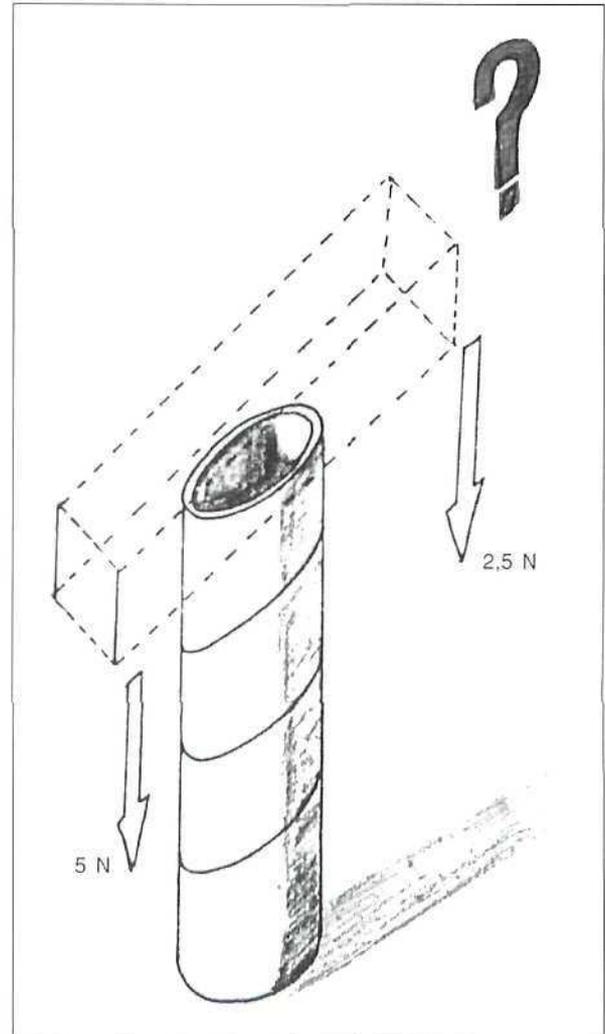
- Tijeras.
- Cuchilla.
- Aplicador de pegamento.

Desarrollo:

Diseñar y construir una estructura de armazón capaz de suspender, apoyada horizontalmente sobre el cilindro de cartón vertical, un peso mínimo de 2,5 N en uno de sus brazos y de 5 N en el otro.

La base del cilindro no puede pegarse a la superficie y el conjunto cilindro-estructura tampoco pueden pegarse entre sí.

El conjunto debe mantener suficiente estabilidad para soportar ligeras fuerzas aplicadas horizontalmente desde sus laterales.



2.2. La polea

En la primera Unidad Didáctica se recordaba el concepto de máquina simple como aquella en la que existe un solo mecanismo transmisor del movimiento para realizar determinado trabajo.

La **polea** es una **máquina simple**.

El funcionamiento de la polea se basa en cambiar el sentido de una fuerza sin modificar su intensidad. De esta forma las poleas nos facilitan el trabajo cuando es necesario levantar o arrastrar pesos.

Además, el movimiento rotatorio es el más común de entre los que se desarrollan en las máquinas. En ellas suele ser frecuente la necesidad de transmitir este movimiento entre dos o más ejes paralelos alejados, así como cambiar su sentido y su velocidad. Para cumplir esta función también se utilizan las poleas.



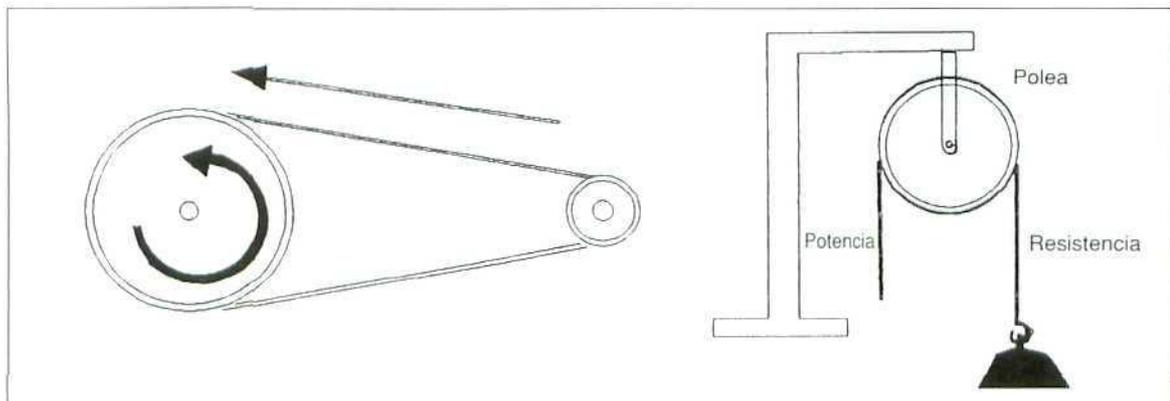
Básicamente, una polea es una rueda acanalada, con un eje central perpendicular al plano de la misma. En la acanaladura se sitúa la correa de transmisión. La correa es el elemento de conexión entre la **resistencia** y la **potencia**, aplicadas en cada uno de sus extremos.

En la polea, la rueda convierte el movimiento lineal de un extremo de la correa en otro movimiento de igual dirección y sentido contrario, al otro extremo de ésta.

Asimismo, el movimiento lineal de cada punto de la correa se transforma en movimiento de rotación en el eje de la rueda.

En una polea fija, suponiendo despreciables los rozamientos en eje y correa, el trabajo suministrado o motor es igual al trabajo resistente.

Fuerza suministrada = Potencia aplicada



Aun así, la utilización de las poleas como solución técnica en multitud de máquinas demuestra la rentabilidad de este operador tecnológico y el aprovechamiento de éste como recurso en las soluciones técnicas de los proyectos que se desarrollen en el aula de Educación Tecnológica, por lo que a continuación se presta especial atención a su uso y construcción.

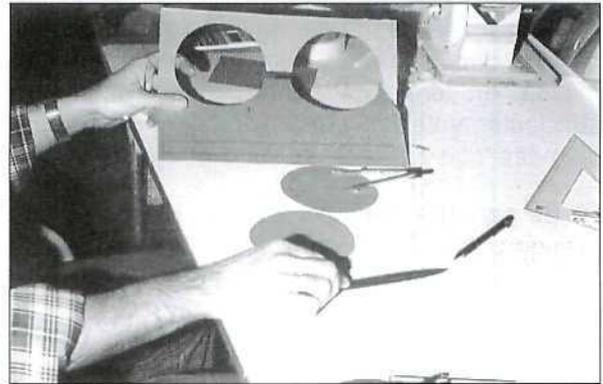
Se ha podido observar en el documento videográfico el problema técnico que surgía cuando se propone la utilización de un motorcillo eléctrico para desplazar la plataforma del puente movedizo: el eje del motorcillo no aporta suficiente fuerza para mover grandes pesos. La utilidad de una polea a la hora de aplicarla al proyecto se ha hecho evidente en la información y demostración presentada por el tutor.

En el apartado «III. Fundamentación científico-técnica» se explican los fundamentos científicos básicos asociados a este operador tecnológico, centrándose sobre todo en la utilidad que ofrece la combinación motor-polea como reductor de velocidad o multiplicador de fuerza. En próximas Unidades Didácticas se ampliarán estos conocimientos a la polea móvil y a otros sistemas combinados de poleas.

2.2.1. La polea en los proyectos de educación tecnológica

El uso de materiales de reciclado o de reutilización en las aulas de Educación Tecnológica permite gran flexibilidad en la construcción de los operadores TECNOLÓGICOS, dependiendo de la adaptabilidad de estos a los procedimientos constructivos; este aspecto enriquece los procesos de educación-aprendizaje en los alumnos, sobre todo en lo que respecta a la interiorización de los principios de funcionalidad y estructura de los operadores.

En el caso de las poleas, dependiendo del tipo de materiales que se usen, se dan diversas formas de construcción. A continuación se detallan varios casos como ejemplos genéricos que, combinados entre sí o introduciendo modificaciones de detalle, permiten conocer los procedimientos constructivos de este operador adaptables a la mayoría de situaciones en que se presente la conveniencia de su utilización.



2.2.1.1. Poleas de papel o cartulina

Material necesario:

- Papel.
- Cartulina.
- Pegamento de contacto.

Se dibujan y recortan en cartulina los dos discos que conformarán las partes exteriores de la rueda. Se marca en ellos el centro y el círculo concéntrico sobre el que se pegará la pieza de soporte de la correa de transmisión (a).

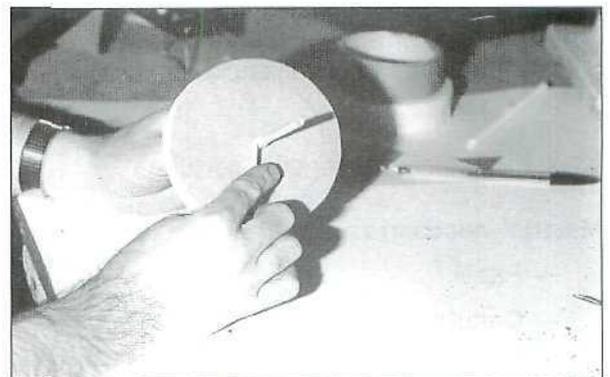
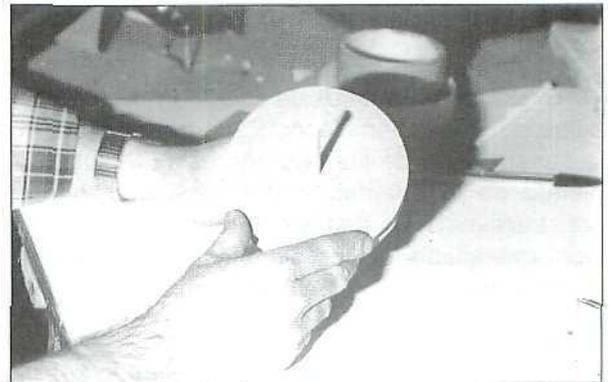
Después se dibuja y recorta en cartulina una pieza rectangular, de longitud igual a la del círculo menor concéntrico a los otros dos discos de la polea. La anchura de la polea dependerá de la anchura de la correa de transmisión. En la pieza se incluyen pestañas para pegarlas hacia el interior del círculo en cada disco. (b).

Más tarde se procede a pegar la pieza rectangular por las pestañas a cada uno de los círculos. En esta operación es fundamental mantener la alineación correcta de los dos discos respecto de la concentricidad de los círculos menores dibujados. Si no es así, la polea, una vez montada, girará con un evidente alabeo, como una peonza (c).

Utilizando una tira de papel de anchura igual a la longitud del eje que se precisa para la polea, se enrolla sobre sí misma, en forma de cilindro, hasta obtener una varilla lo suficientemente compacta y gruesa. El grosor depende del diámetro que se necesite para el eje (d).

Se perforan finalmente ambos discos en sus centros, utilizando para ello un punzón o la punta de unas tijeras. Se introduce en las perforaciones la varilla de papel que servirá de eje, procurando siempre las correctas alineación y centrado. En caso de que se desee el eje solidario a la polea, se pegará éste a ambos discos. En caso de que la polea deba girar alrededor del eje, se construirán dos topes que eviten el desplazamiento de la polea longitudinalmente al eje. Para ello pueden utilizarse dos pequeñas tiras de papel enrollado y pegado al eje en cada lado de los discos que forman la polea.

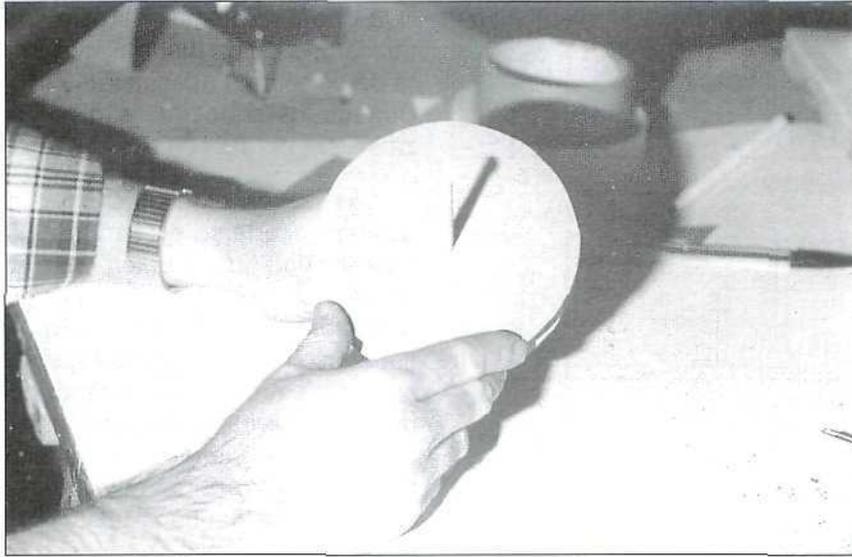
Por último, dependiendo de la función motora que haya de realizar, se construirán los soportes sobre los que gire el eje. En este caso, dada la ligereza del material con que se ha construido la polea, se utilizan soportes de alambre, que confieren suficiente rigidez como estructura de sostén, y son al mismo tiempo suficientemente flexibles para modificar las alineaciones del eje, evitando rozamientos perjudiciales para el sistema.



Recuerda



En la construcción de una polea utilizando materiales ligeros como el cartón, cartulina o papel, es muy importante el centrado y alineación de los diferentes elementos que componen el sistema polea-eje-soporte.

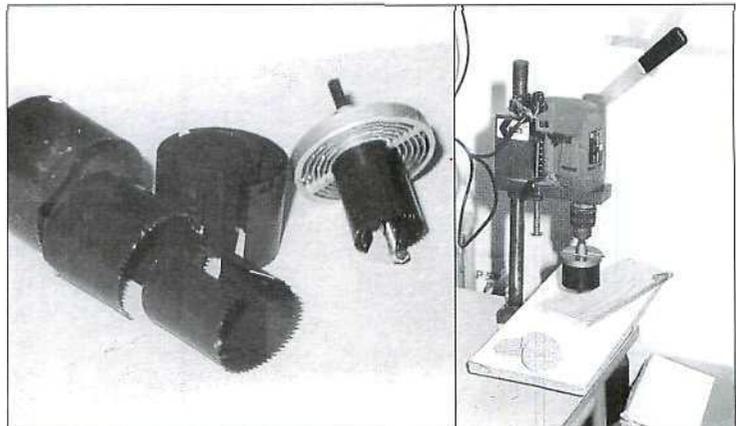


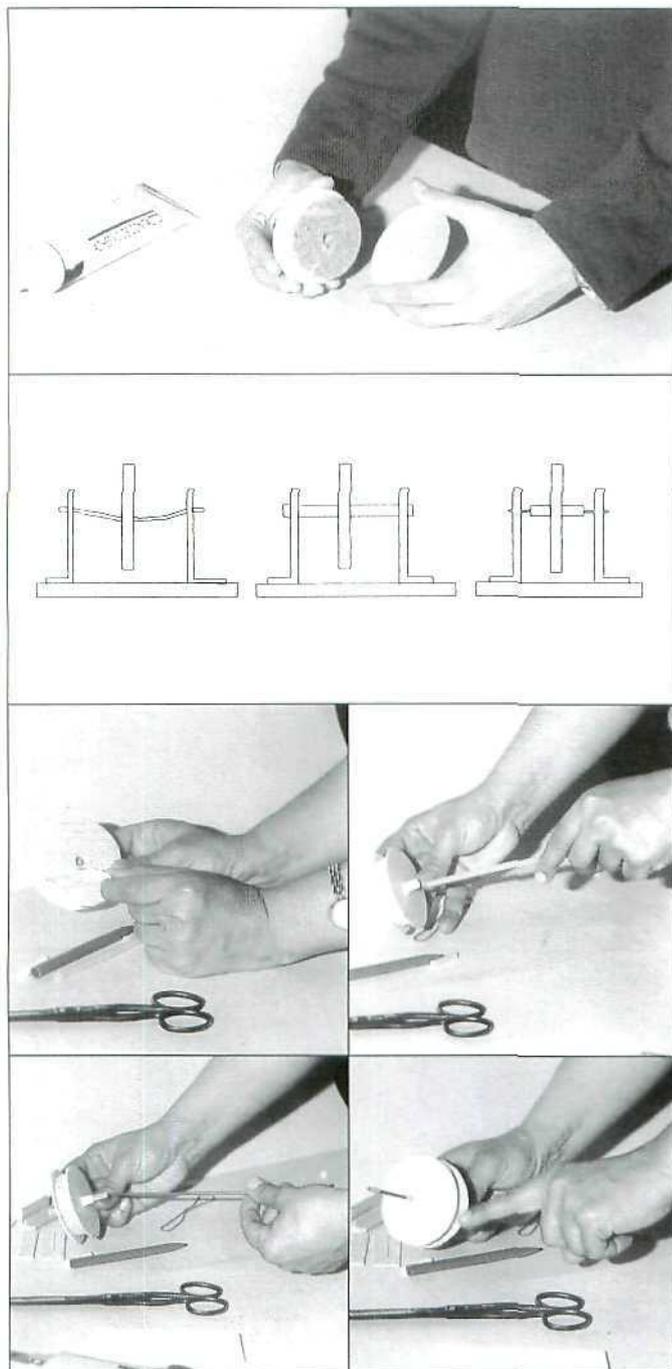
2.2.1.2. Poleas de madera

Material necesario:

- Madera (contrachapado o conglomerados).
- Varilla metálica, de madera o alambre.
- Cola termofusible, de contacto o de carpintero.
- Goma elástica.

La fragilidad del sistema anterior, en cuanto a los materiales constructivos, no permite en la mayoría de ocasiones utilizarlo en esfuerzos importantes. Cuando el esfuerzo que debe realizarse lo exija, la rueda de polea se construye en madera, del grosor que se precise.





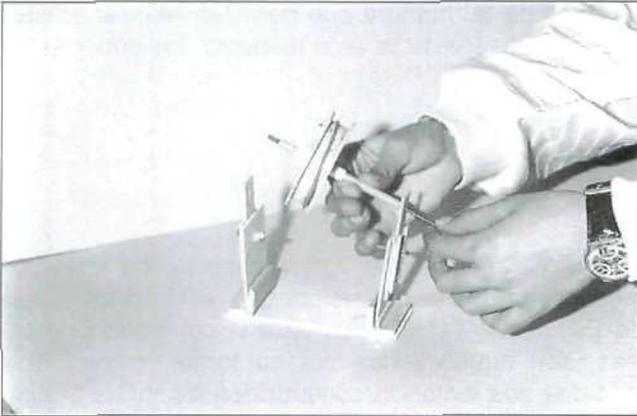
Suelen ser de gran utilidad para el corte del disco de madera las llamadas sierras de campana, de diferentes diámetros, conectadas mediante un dispositivo al eje rotor del berbiquí (es ésta una herramienta que hay que manejar atendiendo estrictamente a las normas de seguridad, dada su peligrosidad)

Si no disponemos de este tipo de sierras o necesitamos una rueda de un diámetro preciso, la herramienta de corte más adecuada es la sierra de marquetería. Cuando los diámetros son muy grandes pueden utilizarse sierras mecánicas de vaivén o de calar.

Los discos exteriores para formar la acanaladura pueden recortarse en cartón rígido o plancha de contrachapado fino. La unión entre ambos discos y el disco central, normalmente más grueso, se realiza con pegamento termofusible o cola, aplicándose en toda la superficie de unión, pero especialmente en la zona de contacto entre la parte exterior del disco central y cada disco para evitar que quede separación suficiente entre ambas superficies y se enganche en ella la correa de transmisión (a). Si se utiliza una rueda central de suficiente grosor pueden suprimirse los discos de ambos lados; en este caso se procede a crear la acanaladura limando la zona central de la periferia de la rueda al tiempo que la giramos de forma regular (torneado).

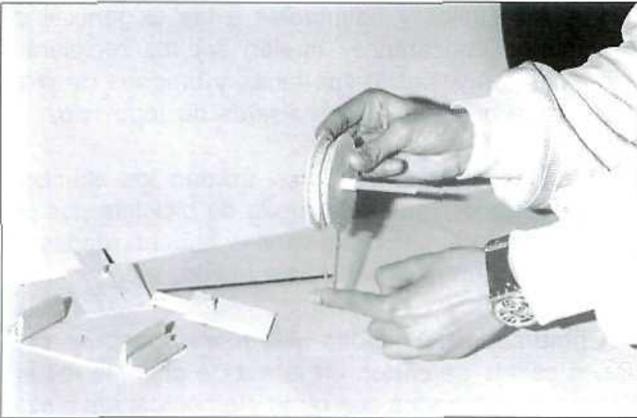
Para el eje se utilizan varillas metálicas, de plástico rígido o de madera, dependiendo de las condiciones de esfuerzo, rigidez y diámetro que sean necesarias. El alambre también puede usarse para construir ejes de poleas, pero si su diámetro es pequeño, o su longitud muy grande, tiende a flexionarse o a torcerse, imposibilitando un adecuado trabajo de la polea (b).

Sin embargo, respecto al diámetro, cuanto más fino es un eje menos rozamientos se producen y mejor rendimiento se consigue. Se trata, pues, de encontrar la relación óptima entre rigidez-rozamiento para el eje y evitar riesgos de descentramiento o de enganche de éste a los soportes. Puede solucionarse usando ejes finos muy cortos que eviten la flexión o ejes gruesos con las zonas de contacto de los soportes más finas (c).



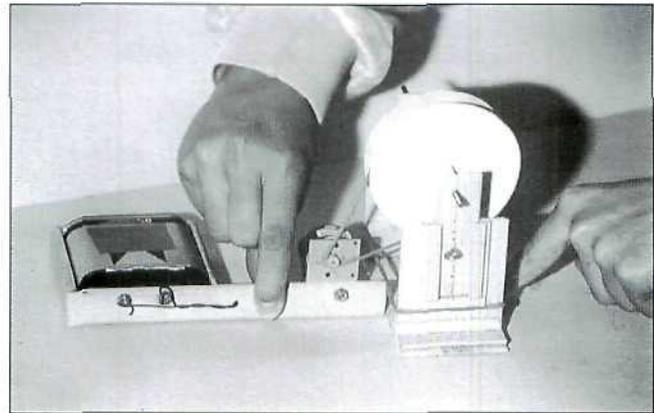
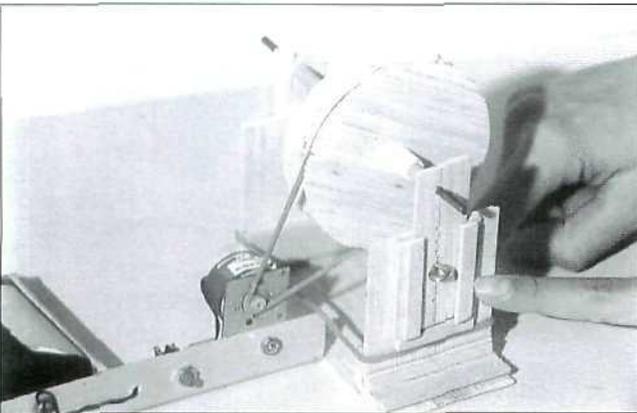
Cuando los ejes son solidarios a la rueda de la polea, pueden pegarse directamente, aunque en ocasiones conviene utilizar varillas huecas a modo de pasador que actúen entre el agujero de la rueda y el eje como unos cojinetes, con la debida presión entre ambos para conseguir el giro solidario y facilitar ajustes posteriores, actuando a presión sobre el conjunto (d).

Las gomillas elásticas de diferente longitud y grosor son las más adecuadas para actuar como correas de transmisión. Puede utilizarse también para este fin el elástico de braga o cintas de tela engomada. La correa se introduce en la hendidura o canal formada por los discos exteriores y la rueda central de menor diámetro, y se encargará de transmitir el movimiento al girar ésta (a).



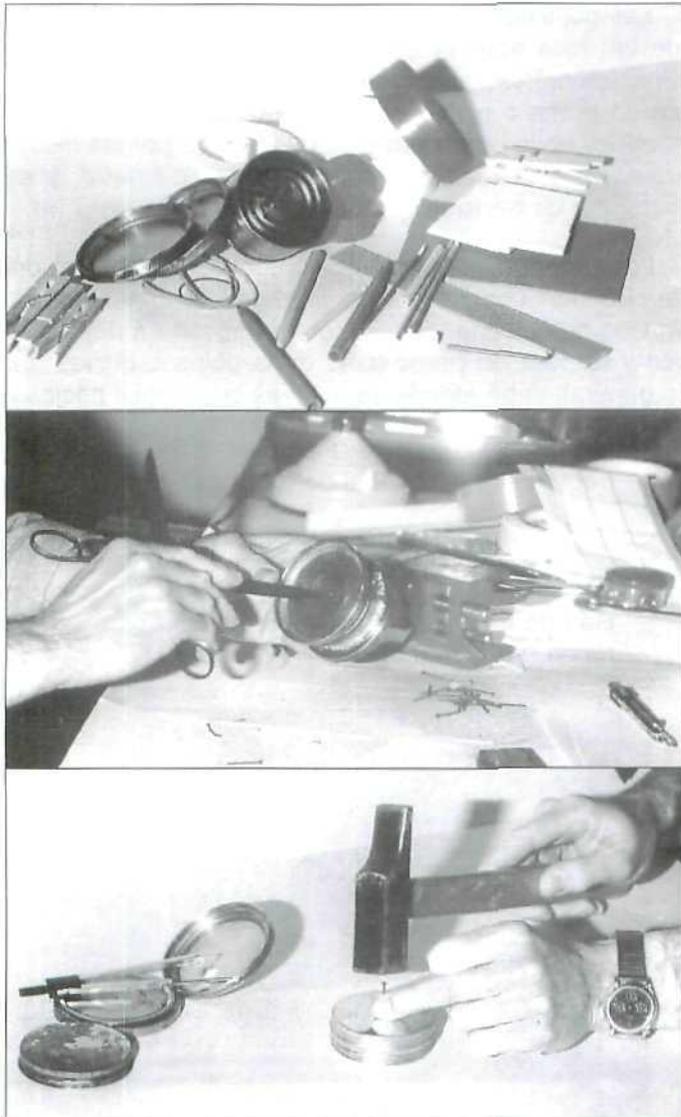
Los soportes se utilizan como apoyos para el giro del eje. Pueden construirse en madera, cartón, alambre, plancha de hojalata, etc. Su forma dependerá de la función y disposición particulares de la polea o poleas (b). En general, debe atenderse a varias cuestiones básicas:

- Los soportes han de mantener la alineación correcta del eje, atenuando los rozamientos.
- Deben presentar suficiente rigidez para resistir la tensión de la correa.
- Han de tener la dimensión adecuada para que la rueda gire libremente.



En ocasiones puede resultar conveniente construir los soportes de tal manera que permitan realizar ajustes de alineación vertical y horizontal, o cambiar el conjunto polea-eje. Obsérvese, a este respecto, los soportes de la figura.

2.2.1.3. Poleas hechas con prefabricados comerciales (materiales de desecho)



Los materiales más aprovechables, de entre los muchos materiales que se pueden reutilizar en el aula de Educación Tecnológica para la confección de poleas, son aquellos que por su forma, estructura y medidas nos evitan la construcción de todas o algunas de las partes de la polea.

Los más útiles y adaptables a las exigencias de los círculos concéntricos suelen ser los recipientes cilíndricos, en especial sus tapas y tapones de plástico, cartón o metal, y los carretes de todo tipo.

Para los ejes son de gran utilidad los alambres acerados de los radios de rueda de bicicleta, los palitos de los caramelos, las varillas huecas rígidas de plástico, los tubos de rotulador usado, etc.

Como soportes pueden utilizarse en muchas ocasiones cajitas de cartón en forma de prismas rectangulares. Combinados con otros elementos, las pinzas de tender la ropa suelen dar excelentes resultados como soportes para poleas con eje de alambre.



Como ejemplo, observe el proceso de construcción de la polea que se presenta en las figuras correspondientes.

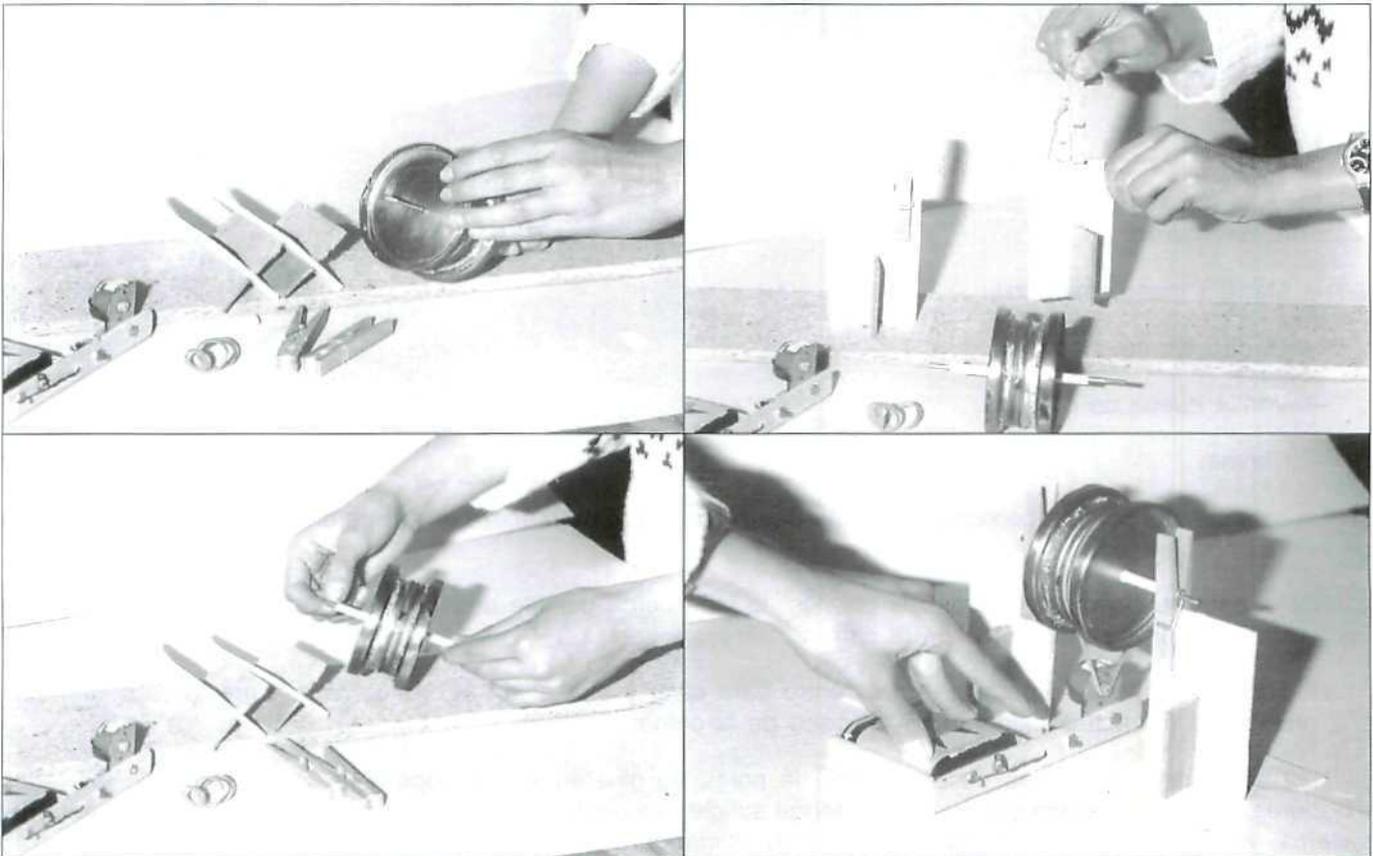
Se han aprovechado para su construcción tapaderas metálicas de botes de conserva para los cilindros mayores y una lata para el cilindro central. Las tres piezas, una vez hallado el centro y eliminada la pintura o laca antioxidante, se unen entre sí mediante soldador de estaño.

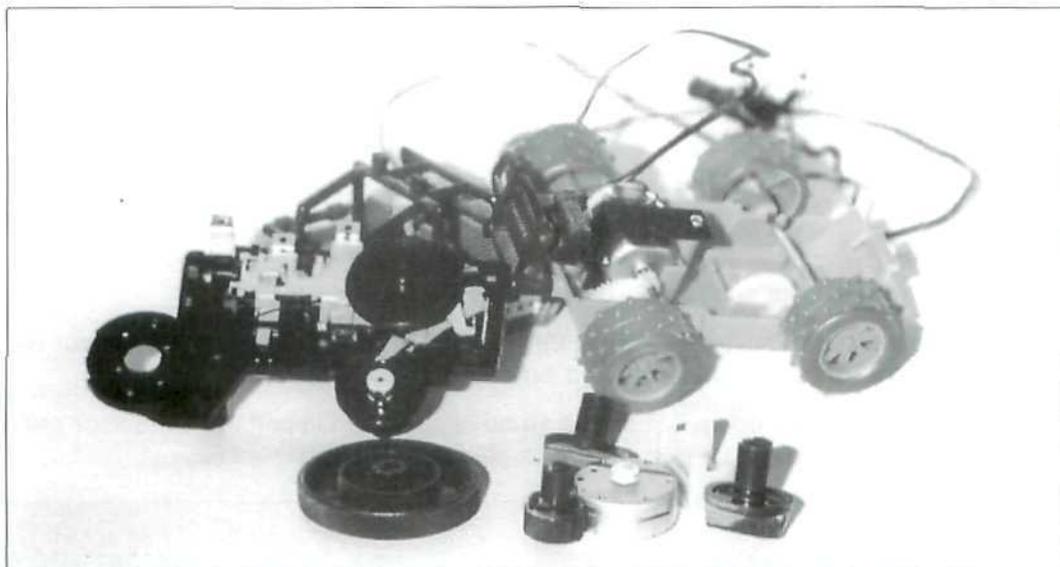
Un trozo de radio de rueda de bicicleta realiza la función de eje, con pasadores que evitan el desplazamiento lateral de la polea a partir de tubos de rotulador usado.

En los soportes intervienen pinzas de ropa como elementos constructivos de apoyo del eje. Este tipo de soportes facilita en buena medida el centrado de todo el sistema (c).

La acción sobre la polea se transmite por medio de una goma elástica que parte del rotor de un pequeño motor eléctrico reutilizado de un electrodoméstico ya en desuso (d).

Los juguetes y los pequeños electrodomésticos que ya no se usan son importantes recursos para la obtención de poleas reciclables, así como de motorcillos eléctricos utilizables para moverlas.





2.2.1.4. Otros procedimientos para la construcción de poleas

Material necesario:

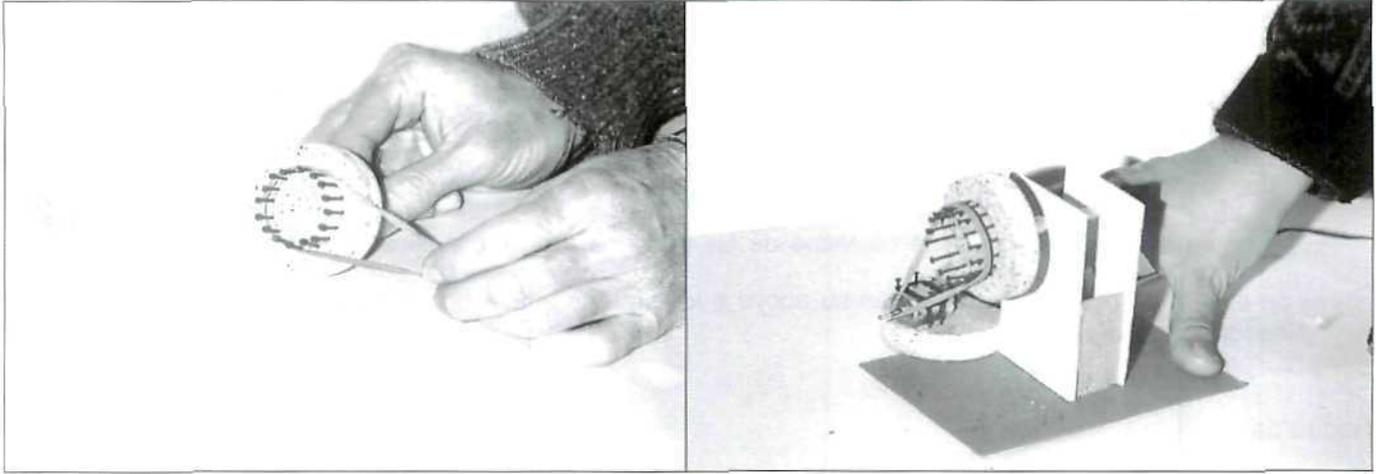
- Madera (conglomerado).
- Madera contrachapada.
- Varilla hueca de plástico.
- Clavos.

En este caso la polea se construye a partir de un solo disco de madera en el que previamente se ha marcado un círculo concéntrico.

Sobre éste se clavan alineados los clavitos, lo más cerca posible uno de otro, de tal manera que puedan cumplir su función de receptores de la correa.

El disco de madera se perfora en su centro para calar y ajustar en él el eje. Ya sea mediante pegamento o a presión, el eje actúa solidario con el disco de la polea.

Hay ocasiones en que es necesario que la polea no gire entre sus soportes, sino por uno de los lados exteriores. Entonces se procura que el eje tenga suficientes puntos de apoyo para evitar el descentramiento del sistema, ya que el eje actúa como una palanca, obligando a muchos rozamientos.



Actividad 7. Construcción de una polea

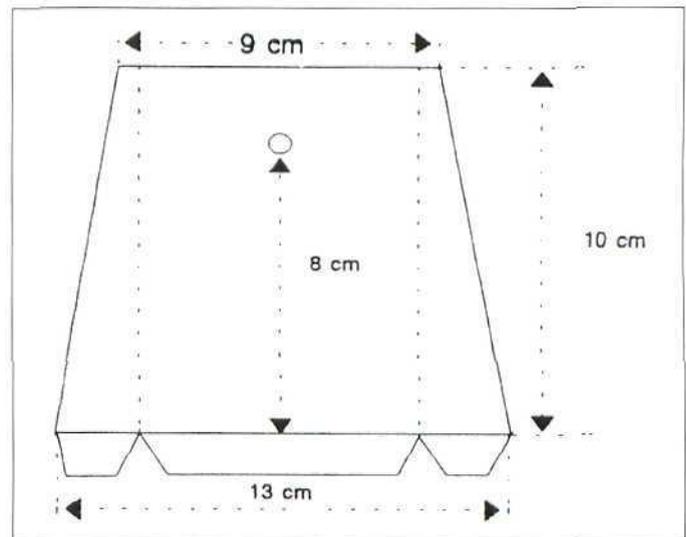
Consiga los materiales y herramientas que se describen a continuación, y construya con ellos una polea debidamente centrada en sus soportes, con el menor rozamiento posible en el giro de su eje.

Materiales:

- Tapa de bote de plástico, de aproximadamente 12 cm de diámetro y 3 cm de ancho.
- Cartulina o cartón fino.
- Varilla cilíndrica de madera de 30 cm de longitud.
- Cartón grueso.
- Golilla elástica.
- Pegamento.

Herramientas:

- Cuchilla.
- Tijeras
- Compás y regla.



Especificaciones:

- Diámetro de los discos externos: 14 cm.
- Eje solidario con la polea.
- Soportes contruidos en cartón rígido, siguiendo el croquis de la figura.
- La polea girará por uno de los costados de los soportes y no entre ellos.
- Se evitará el rozamiento del eje en su apoyo a los soportes utilizando cojinetes de tubo de plástico algo mayores que el diámetro del eje.

Recuerda



La polea es una máquina simple que transmite el movimiento, transformando un movimiento lineal en otro de igual dirección pero en sentido contrario. Está formada por una rueda que gira alrededor de un eje y de una correa transmisora.

Los materiales más usados en la clase de educación tecnológica para construir poleas son:

- Cartulina, cartón, madera, plástico o prefabricados comerciales para la rueda.
- Alambre, varillas de plástico o madera para el eje.
- Gomillas elásticas o elástico plano para la correa.

En el apartado «III. Fundamentación científico-técnica» podrá encontrar una explicación sucinta sobre los principios físicos del funcionamiento de este operador tecnológico.

III. Fundamentación científico-técnica

1. Las fuerzas y su representación gráfica

1.1. Concepto de fuerza

La dinámica define fuerza como la causa por la cual un cuerpo se deforma o cambia su estado de movimiento o reposo.

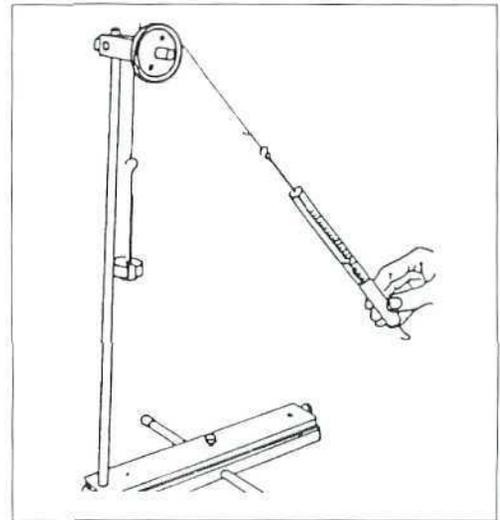
Supongamos una pelota de ping-pong. Si le damos un golpe con la paleta, aplicamos una fuerza que la hace pasar del reposo al movimiento. Si con la paleta interceptamos su trayectoria, en el momento del choque aplicamos una fuerza sobre la pelota y la frenamos hasta pararla y cambiar su sentido. Si aplicamos una fuerza con nuestros dedos a la superficie de la pelota, ésta se deformará, aplastándose.

1.2. Medición de fuerzas

Para definir una fuerza solemos hablar del efecto que ésta produce, ya que resulta difícil definirla de otra manera.

Así, la medición de la intensidad de las fuerzas se hace a partir de la deformación que éstas producen sobre los cuerpos elásticos, como los muelles. Un instrumento que sirve para medir las fuerzas, basado en este principio, es el dinamómetro.

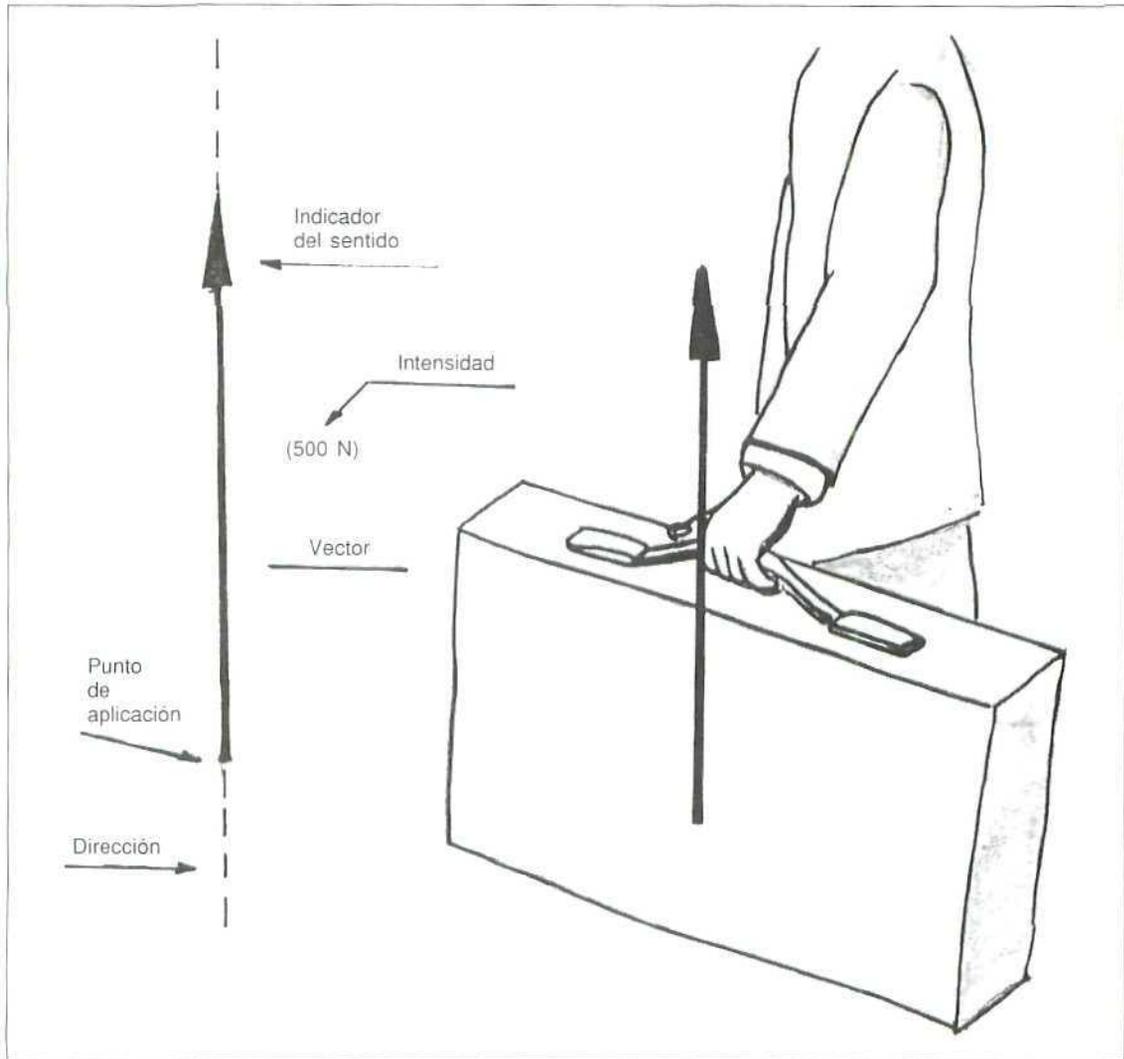
La unidad de medida de las fuerzas es el **newton (N)**, que es el equivalente a casi la décima parte del peso de un kilogramo de masa (0,098 Kg).



1.3. Representación de fuerzas

Existen magnitudes físicas que no pueden ser concretadas sólo por el valor de su medida y la unidad correspondiente, sino que también se precisa conocer su origen, sentido y dirección. Este tipo de magnitudes recibe el nombre de **magnitudes vectoriales** y la fuerza es una de estas magnitudes.

Las fuerzas se representan gráficamente mediante segmentos orientados llamados **vectores**, en los que la recta que los contiene indica su **dirección**. El **sentido** viene marcado por la punta de flecha. La **intensidad** se expresa con la longitud del segmento y el **punto de aplicación**, en el extremo contrario de la flecha, muestra el punto material en donde actúa la fuerza.

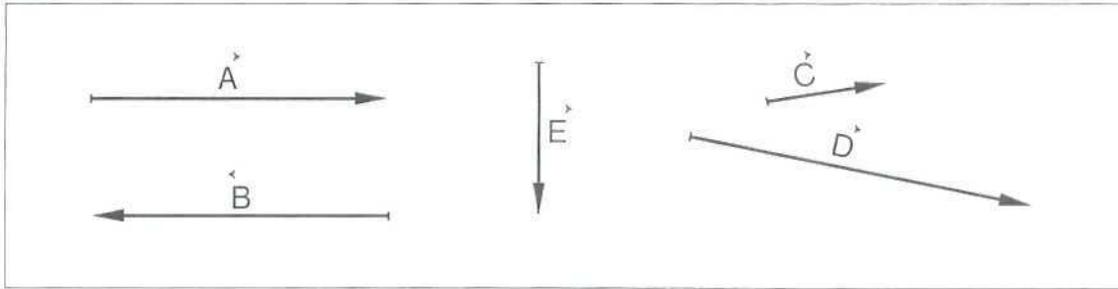


Ejemplo (maleta sostenida).



Actividad 8

A) Sobre la pelota de golf actúan dos fuerzas, \vec{A} y \vec{B} . Consideremos que \vec{A} se aplica en el centro de la pelota, que su dirección es vertical, con sentido hacia el suelo, y su intensidad es de 2 N. La fuerza \vec{B} actúa sobre la superficie de la pelota, su dirección es horizontal, paralela al suelo, con sentido hacia la derecha, y su intensidad es de 15 N.



Si se considera que una intensidad de 1 N equivale a 5 mm de un segmento que reproduce cada fuerza, represente gráficamente las fuerzas \vec{A} y \vec{B} .

B) Observe los vectores representados en la figura.

Indique cómo son entre sí las intensidades de las fuerzas \vec{A} y \vec{B} . ¿Qué puede decir de sus sentidos? ¿Tienen la misma dirección?

Indique la dirección y sentido de la \vec{E} fuerza.

¿Cuál es la fuerza de mayor intensidad? Compruébelo utilizando una regla para medirla.

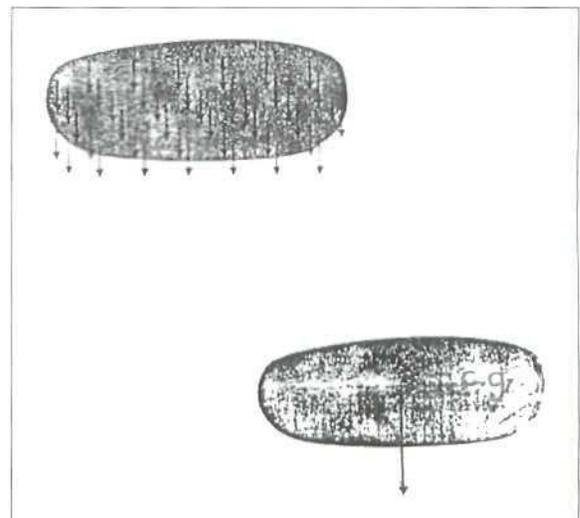
1.4. Resultante de un sistema de fuerzas

En la figura se observa cómo sobre la maleta actúan varias fuerzas en distintas direcciones, sentidos e intensidades.

Supongamos que todas ellas actúan en un mismo punto de aplicación: más o menos en el centro del interior de la maleta. Ésta sufre el efecto combinado de las tres fuerzas y es elevada del suelo (a).

El sistema de fuerzas de la figura puede ser substituido por una única fuerza con punto de aplicación, dirección, sentido e intensidad tales que produzca el mismo efecto que las tres fuerzas combinadas (b). A esta fuerza se la llama **fuerza resultante**.

Fuerza resultante es la que produce idéntico efecto que el que ejerce un sistema combinado de fuerzas actuantes, pudiendo ser éstas substituidas por ella.



El peso de los cuerpos es uno de los ejemplos más comunes de sistemas de fuerzas con que nos hemos acostumbrado a convivir.

Sobre cualquier cuerpo actúa un sistema de fuerzas de gravedad con puntos de aplicación en cada una de las partículas del cuerpo o sustancia, con direcciones y sentidos diferentes.

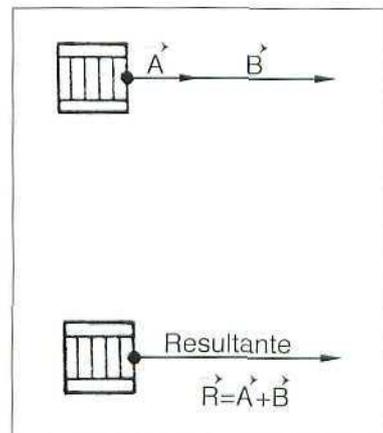
Todas estas fuerzas pueden ser simplificadas en una sola, con punto de aplicación en el llamado **centro de gravedad del cuerpo (c.d.g.)**, con dirección y sentido hacia el centro de la tierra, y con una intensidad tal que produzca el mismo efecto sobre el cuerpo que la ejercida por el sistema de fuerzas antes descrito.

El peso de un cuerpo es la fuerza resultante del sistema de fuerzas de gravedad que en la Tierra actúan sobre este él, cuyo punto de aplicación se sitúa en el centro de gravedad del mismo.

En los sistemas de fuerzas puede calcularse la fuerza resultante aplicando una serie de procedimientos que se explican a continuación:

- 1) Fuerzas sobre una misma dirección, con el mismo punto de aplicación y con el mismo sentido.**

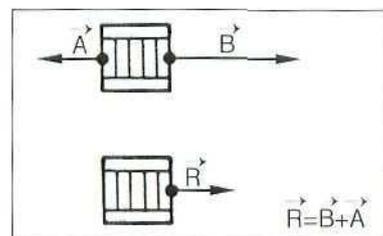
La resultante del sistema tiene el mismo punto de aplicación, la misma dirección y sentido que el sistema, y su intensidad equivale a la suma de las intensidades de las componentes A y B.



- 2) Fuerzas sobre una misma dirección, mismo punto de aplicación y con sentidos opuestos.**

La resultante del sistema tiene el mismo punto de aplicación y la misma dirección, mientras que su sentido es el de la fuerza con mayor intensidad.

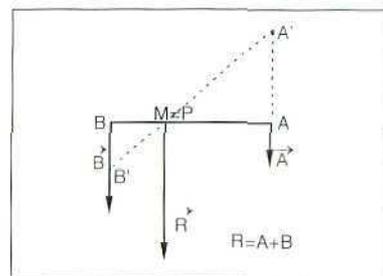
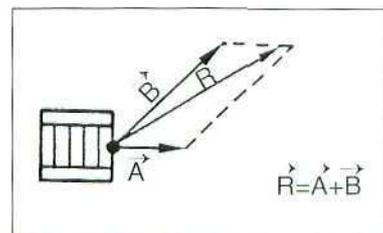
Su intensidad equivale a la diferencia de intensidades de las dos componentes del sistema.



- 3) Fuerzas sobre un mismo punto de aplicación y diferentes direcciones.**

Se calcula construyendo el paralelogramo formado por los dos vectores, A y B, y los lados paralelos a los mismos.

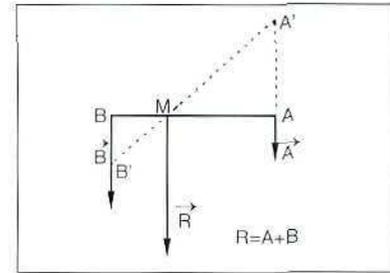
La fuerza resultante equivale al vector representado por la diagonal del paralelogramo entre el punto de aplicación del sistema y el vértice opuesto.



4) Fuerzas sobre direcciones paralelas, distintos puntos de aplicación y mismo sentido

Para determinar gráficamente el punto de aplicación P se procede representando la fuerza mayor \vec{B} en el mismo punto de aplicación y dirección que la fuerza menor \vec{A} , pero con sentido contrario, obteniéndose en su extremo el punto A'.

A partir del punto de aplicación de \vec{B} , en su misma dirección y sentido, se toma una longitud igual a la del vector que representa la fuerza menor, \vec{A} , obteniéndose el punto B'. Al unir los dos puntos obtenidos, A' y B', se obtiene un segmento que corta en el punto M el segmento AB. Este punto, M, coincide con el punto de aplicación P de la fuerza \vec{R} resultante.



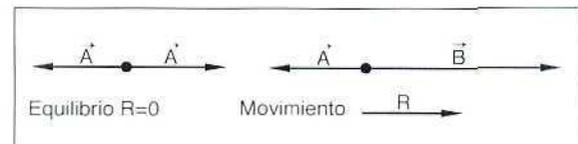
La intensidad de la resultante es igual a la suma de las intensidades de \vec{A} y \vec{B} , su dirección es paralela a la de las dos fuerzas y su sentido el mismo que el de ellas.

Observando la figura podemos comprobar que numéricamente se cumple que $\vec{M}\vec{A} \cdot \vec{A} = \vec{M}\vec{B} \cdot \vec{B}$

1.5. Cuerpos en equilibrio y cuerpos en movimiento

Cuando en un sistema de fuerzas la resultante es nula, se dice que **existe equilibrio** y el cuerpo permanece **en reposo**.

Cuando en un sistema de fuerzas el valor de la resultante no es nulo, se produce desplazamiento del cuerpo en la dirección y sentido de la resultante. Se dice que el cuerpo está **en movimiento**.



Existen tres clases de equilibrio en los cuerpos: **estable**, **inestable** e **indiferente**.



Equilibrio estable

El cuerpo tiende a volver a su posición cuando cesa la fuerza que lo desplazaba.

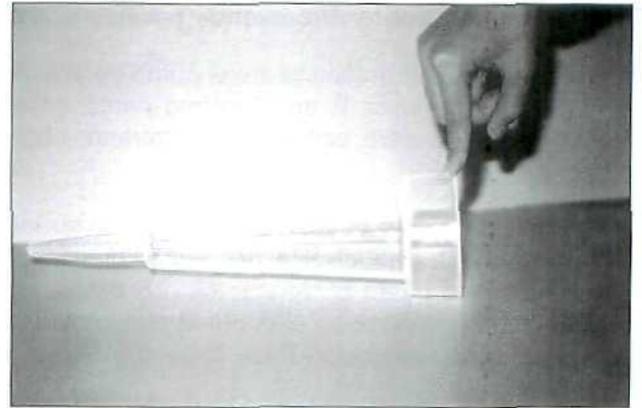
Equilibrio inestable

El cuerpo, al aplicarle una fuerza que lo separe ligeramente de su posición de equilibrio, tiende por su peso a continuar el movimiento iniciado.



Equilibrio indiferente

Al aplicarle una fuerza al cuerpo, éste ocupa una posición cercana a la inicial y se queda en ella igualmente en equilibrio.



2. La polea como máquina simple

2.1. La utilización de la polea

El hombre, a lo largo de la historia, ha desarrollado con su ingenio sistemas técnicos para ahorrar trabajo. Se dice que Hieron II de Siracusa retó a Arquímedes a la demostración de la potencia de unas máquinas simples (poleas) a cuyo estudio se dedicaba. En respuesta, Arquímedes se las ingenió el solo para sacar del agua y dejar en dique seco un barco cargado.

Las poleas son máquinas que permiten este ahorro de trabajo o, cuando menos, ofrecen una mayor comodidad en el desarrollo del mismo. Las poleas se utilizan para:

- *Cambiar el sentido de una fuerza.*
- Vencer una resistencia mayor que la potencia empleada.
- Conseguir ambos efectos a la vez.

La fuerza que hay que vencer en una polea se llama **resistencia (R)** o **trabajo resistente** y la que se hace para vencerla recibe el nombre de **potencia (P)** o **trabajo motor**.

Las poleas pueden ser, básicamente, de dos tipos: fijas y móviles.

Analizaremos en esta Unidad Didáctica la polea fija, dejando para las siguientes la polea móvil y la combinación entre poleas.

2.2. La polea fija

El eje de la polea fija se apoya sobre un soporte inmóvil, por lo que únicamente puede sufrir el movimiento de rotación. Las poleas que se han descrito en el apartado de “Operadores Tecnológicos” son poleas fijas.

En las poleas fijas la potencia y la resistencia se aplican una en cada lado de la correa transmisora. Obsérvese como ejemplo el dibujo de una polea típica para levantar pesos que se presenta en la figura.

La relación entre la potencia aplicada y la resistencia vencida en este tipo de poleas puede deducirse teniendo en cuenta que:

Al aplicar la potencia, la cuerda se desplaza la distancia entre A y A’.

$$\text{Trabajo motor} = F \cdot e = P \cdot AA'$$

El espacio recorrido por la resistencia es BB' , luego:

$$\text{Trabajo resistente} = R \cdot BB'$$

Ambos espacios recorridos, el de la potencia y el de la resistencia, son iguales:

$$AA' = BB'$$

Por el principio de conservación del trabajo sabemos que:

$$\text{Trabajo motor} = \text{Trabajo resistente}$$

por lo cual, siempre y cuando ambos lados de la correa sean paralelos,

$$P \cdot AA' = R \cdot BB'$$

y se evidencia que:

$$P = R$$

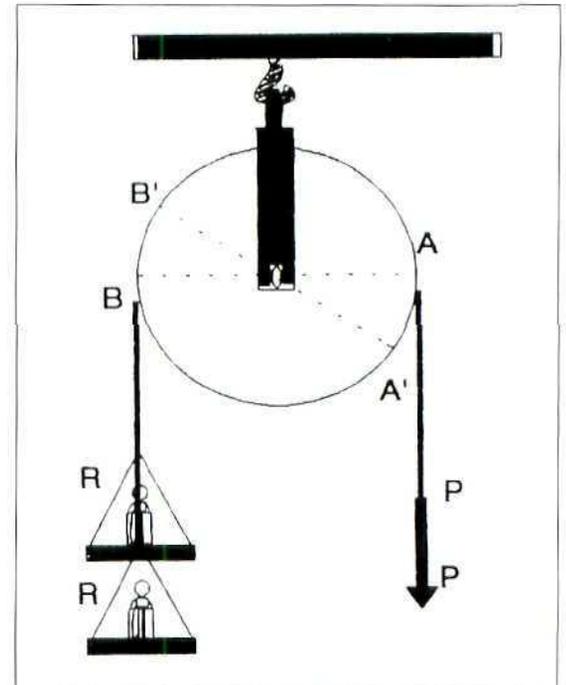
De ello deducimos que **una polea fija no modifica la fuerza suministrada**; para vencer una determinada resistencia deberá aplicarse una fuerza igual a ésta. Sin embargo, al cambiar el sentido de la fuerza, **puede ofrecer mayor comodidad en su aplicación**.

Recordemos que con anterioridad se definía **trabajo** como el que se realiza cada vez que hay un movimiento contra una fuerza que se le opone.

$$\text{Cantidad de trabajo realizado} = \text{Fuerza} \times \text{distancia recorrida}$$

Recordemos también que si relacionamos el trabajo con el tiempo empleado en realizarlo conoceremos la potencia empleada.

$$\text{Potencia} = \text{Trabajo producido} / \text{tiempo empleado}$$



UNIDADES DE MEDIDA

Recuerda



La fuerza se mide en newton (N), el trabajo en julios (J), la distancia en metros (m) y el tiempo en segundos (s).

La potencia, como concepto físico referido a la relación entre el trabajo realizado y el tiempo empleado, se mide en vatios (W).

2.3. Potencia y velocidad

Nos interesa relacionar ahora la fuerza con la velocidad de movimiento mediante la potencia. Sustituyendo el valor de trabajo por su expresión en la fórmula de potencia:

$$P = \frac{T}{t} = \frac{F_e}{t}, \text{ donde } \frac{e}{t} \text{ es la expresión de la velocidad.}$$

Por tanto,

Potencia = Fuerza × Velocidad	$P = F \cdot V$
--------------------------------------	-----------------------------------

El concepto de potencia es importante cuando se describe una máquina, ya que con su valor se especifica el rendimiento de ésta al realizar un trabajo en el menor tiempo posible. Así, por ello decimos que una máquina tiene más o menos potencia.

Ejemplo:

¿Qué potencia necesita un motor para mover una fuerza de 500 N a una velocidad de 5 m/s?

Aplicando la fórmula deducida anteriormente,

$$P = F \cdot V = 500 \text{ N} \cdot 5 \text{ m/s} = 2.500 \text{ W}$$



Actividad 9

- a) Si un motor tiene una potencia de 500 vatios y eleva un objeto equivalente a una fuerza de 25 newton, ¿con qué velocidad se moverá este objeto?
- b) Si el mismo motor tuviera que elevar un objeto de 50 N, ¿aumentaría o disminuiría la velocidad?

2.4. La polea como reductor de velocidad y multiplicador de fuerza

En muchas aplicaciones de la polea el trabajo motor lo realiza un motor conectado desde su eje a la polea mediante la correa. Esta es una situación también muy frecuente en las clases de Educación Tecnológica a la hora de resolver los problemas técnicos que se plantean.

Veamos cómo se aplica la relación entre potencia y velocidad deducida anteriormente, en el caso en que la polea se conecte al eje de un motor.

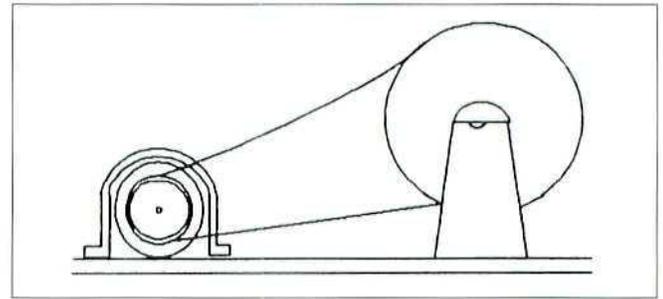
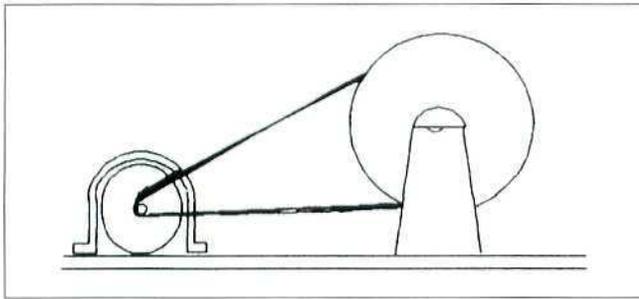
En un sistema motor-polea se observan dos efectos básicos:

1. Se reduce la velocidad de giro de la polea respecto a la del eje del motor.
2. Aumenta la fuerza que se transmite desde el eje del motor.

La relación de velocidades

El movimiento del eje del motor suele transmitirse a la polea de dos maneras (existen otras soluciones que, por su complejidad, se verán posteriormente):

- a) Directamente, conectando la correa desde el cilindro del eje hacia la rueda de la polea.
- b) Colocando una rueda-polea en el eje y conectando desde ésta la correa transmisora a la polea. En este caso se dice que ambas poleas forman un sistema de poleas.



Para comprender mejor el principio de reducción de velocidad entre los ejes de un motor y de la polea a la que transmite el movimiento, estudiaremos la relación de velocidades mediante un sistema de poleas.

En un sistema de poleas, si una de ellas es de menor diámetro que la otra, el eje de la polea menor siempre gira más rápido que el de la mayor.

Normalmente la polea pequeña transmite el movimiento a la mayor. En este caso, la polea pequeña recibe el nombre de **polea motriz** o **conductora** y la polea de mayor diámetro es la **conducida** o **impulsada**.

La relación entre la velocidad giro de ambas poleas, motriz y conducida, recibe el nombre de **relación de velocidades**.

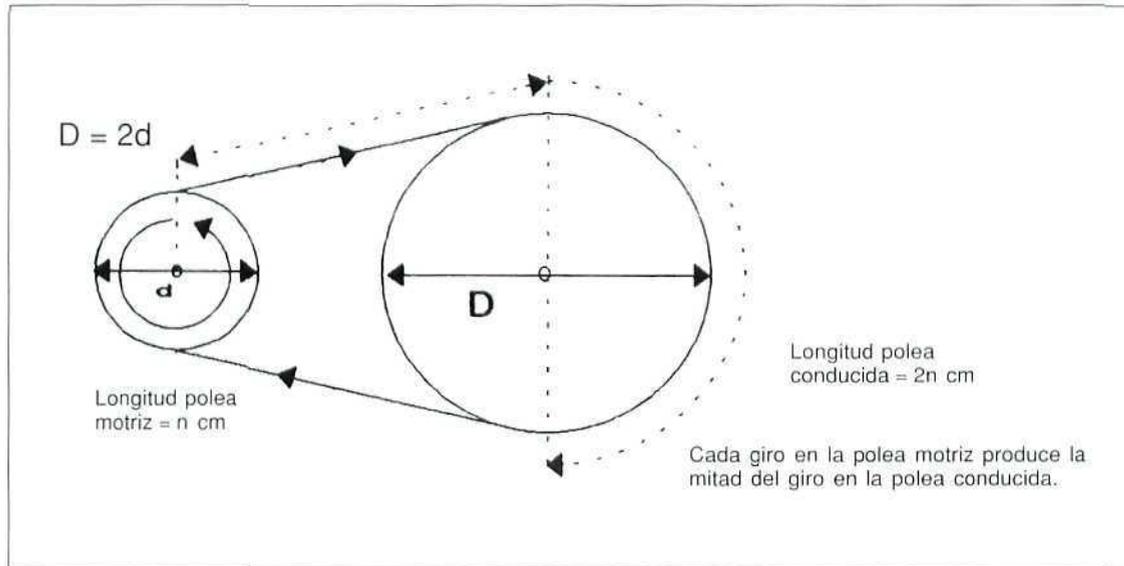
Esta relación puede describirse con la expresión:

$$\text{Relación de velocidades} = \frac{\text{Ángulo girado por la polea motriz}}{\text{Ángulo girado por la polea reductora}} = \frac{\text{Longitud circunferencia polea motriz}}{\text{Longitud circunferencia polea conducida}}$$

Por tanto:

$$\text{Relación de velocidades} \approx \frac{\text{Diámetro de la rueda motriz}}{\text{Diámetro de la rueda conducida}}$$

Aplicaremos lo deducido en un ejemplo práctico. Obsérvese la figura que representa un sistema de poleas en el cual el diámetro de la polea motriz (d) es la mitad del diámetro de la polea impulsada (D).



Transmisión en un sistema de poleas.

Cuando la pulea motriz da una vuelta completa desplaza la correa transmisora una distancia igual a la longitud de su circunferencia ($\pi \cdot d$).

Al mismo tiempo, la pulea conducida gira la misma distancia. Como resulta que ésta tiene doble diámetro que la motriz, la longitud de su circunferencia es también doble:

$$\pi \cdot D = 2 \cdot (\pi \cdot d)$$

por lo que sólo se produce un giro de la mitad de una vuelta. Es decir, **por cada vuelta completa que da la pulea motriz, la pulea conducida solamente gira media vuelta.**

La velocidad de rotación en una pulea se mide en revoluciones por minuto (r.p.m.). Una revolución es una vuelta completa de la pulea. En el ejemplo anterior, si suponemos que la rueda motriz gira a una velocidad de 20 revoluciones por minuto, resulta que la rueda impulsada, de doble diámetro, en el mismo tiempo sólo habrá girado 10 revoluciones.

La relación de velocidades será, por tanto, el cociente entre el número de vueltas que da la polea motriz y las que da la polea conducida en una misma unidad de tiempo.

$$\text{Relación de velocidades} = \frac{\text{rpm rueda motriz}}{\text{rpm rueda conducida}} = \frac{D}{d}$$

Así, pues, comprobamos que a mayor diámetro menor velocidad. Al variar el diámetro de una polea solidaria con su eje variamos la velocidad de giro del eje.

Comúnmente, la relación de velocidades recibe también el nombre de **relación de transmisión**

El sistema de poleas del ejemplo es un sistema reductor de velocidad.



Actividad 10

En un sistema de poleas la relación de velocidades o relación de transmisión es 1/4. Si el diámetro de la polea motriz es de 6 cm,

- ¿Cuál es el diámetro de la polea conducida?
- ¿Cuál es la velocidad de giro del eje motor al girar la polea conducida a 25 r.p.m.?

La multiplicación de la fuerza

El segundo efecto observable decíamos que era el aumento de fuerza entre el eje motor y la polea conducida.

Efectivamente, si tenemos en cuenta la expresión que relacionaba la fuerza con la velocidad mediante la potencia,

Potencia = Fuerza × Velocidad	P = F · V
--------------------------------------	------------------

resulta que: $F = \frac{P}{V}$

A igual potencia, la fuerza que ejerce el eje de la polea es inversamente proporcional a la velocidad.

En un sistema de poleas, la fuerza que ejerce el eje de la conducida es mayor cuanto menor es su velocidad de giro. Sabemos también que se reduce su velocidad aumentando el diámetro. Así, en un sistema en el que se ha conectado el eje de un motor a una polea, cuanto mayor sea el diámetro de ésta, mayor será la fuerza que podrá ejercerse en su eje.

(Recuérdese lo expresado en el documento de vídeo (unidad didáctica 2), al presentarse el problema técnico de que un motorcillo de juguete no era capaz de levantar determinado peso. La solución que aportaba el tutor era la de conectar a su eje una polea de diámetro suficiente.

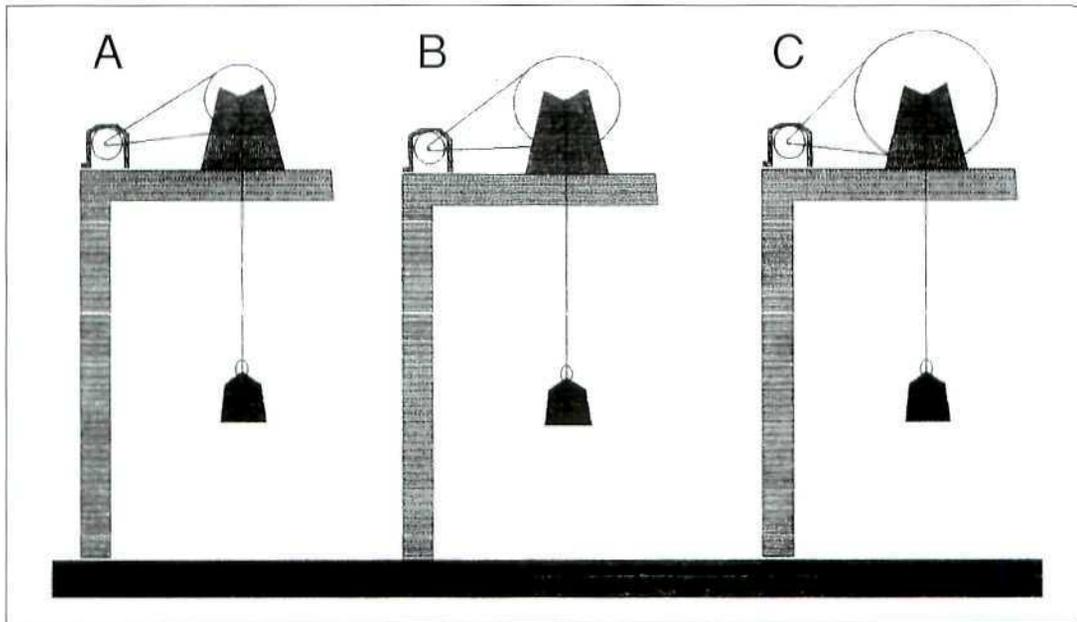


Actividad 11

Observe el supuesto presentado en la siguiente figura.

Consideramos en cada caso que el motor eléctrico tiene la misma potencia.

El diámetro de su eje es de 0'25 cm. La polea del sistema A tiene un diámetro de 2 cm, la del sistema B de 4 cm y la del C presenta un diámetro de 8 cm.



- Calcule la relación de transmisión entre el motor y la polea en cada caso.
- Si se supone despreciable el rozamiento y que no patina la correa de transmisión, calcule la velocidad de giro del eje de cada polea cuando el eje del motor trabaja a 300 r.p.m.
- ¿En cuál de los casos la velocidad de subida del peso es mayor? ¿Cuál de las poleas ejerce mayor fuerza en su eje?

IV. Manos a la obra

1. Análisis de soluciones a la propuesta de trabajo del capítulo anterior

En el anterior capítulo presentábamos a nuestros compañeros «televisivos» trabajando ágilmente en la solución de un curioso truco de magia: una canica blanca, al bajar por un sistema de rampas, debía «convertirse» en una canica de color rojo. Bromas aparte, el problema tecnológico planteado requería como solución el diseño del truco que posibilitara el efecto visual del cambio de color. Y para incidir más en la cuestión de los efectos encadenados de móviles desplazándose por sistemas de rampas, el tutor les proponía desarrollar su inventiva y sus destrezas técnicas en una nueva propuesta de trabajo: la llamada «3-3-3».

Recuerden las condiciones de la propuesta:

— Primera condición: **Tres rampas, tres móviles, tres efectos.**

Se debía diseñar y construir un sistema de tres rampas diferentes por las que se desplazaran tres móviles distintos; cada móvil debía transmitir el movimiento al móvil siguiente de manera diferente, y el último móvil, además, debía realizar algún efecto final.

— Segunda condición: La **economía de los materiales.**

Se les indicaba que los materiales básicos debían ser el papel y el cartón.

Disponían de una escueta información dada por el tutor, y a través de la cual se les reafirmaba en la idea de que con materiales aparentemente débiles y flexibles podían construirse estructuras suficientemente resistentes para los fines propuestos. Recuerden que en los documentos escritos de la Unidad Didáctica 1 se ampliaban estos conocimientos haciendo un repaso de los operadores tecnológicos que permiten que el papel y la cartulina, u otros materiales, soporten bien el esfuerzo a que se los somete.

Seguro que, al igual que los compañeros que aparecen en el vídeo, han resuelto Uds. la propuesta de trabajo presentada. En esta Unidad Didáctica se analizan las que se aportan en el documento videográfico a fin de contrastarlas con las que cada uno ha diseñado y construido, valorándolas y evaluando su optimización. Con este proceso de reflexión se enriquece nuestra formación (aumenta nuestro conocimiento tecnológico).

Lo más probable es que los profesores que siguen este programa de formación a distancia deban resolver individualmente las propuestas y actividades que se plantean en él. Por ello, en las Unidades Didácticas escritas como apoyo y ampliación, se analizarán y desarrollarán detalladamente las soluciones que aparecen en los documentos de vídeo, obviando algunas de las fases en las que se implica una actividad grupal. No obstante, se tratará esta temática en sucesivos capítulos de «Con nuestros alumnos y alumnas», dada la importancia que tiene la experienciación de estos procesos desarrollados en equipo.

1.1. Solución 1

El primer equipo nos presenta un conjunto de tres rampas diferentes con tres móviles que cumplen las condiciones especificadas en la propuesta. Observemos el conjunto en la figura.

Vamos a analizar paso a paso el diseño y la construcción del sistema, y nos detendremos en los detalles de algunos de los operadores tecnológicos relacionados con la teoría de las estructuras.

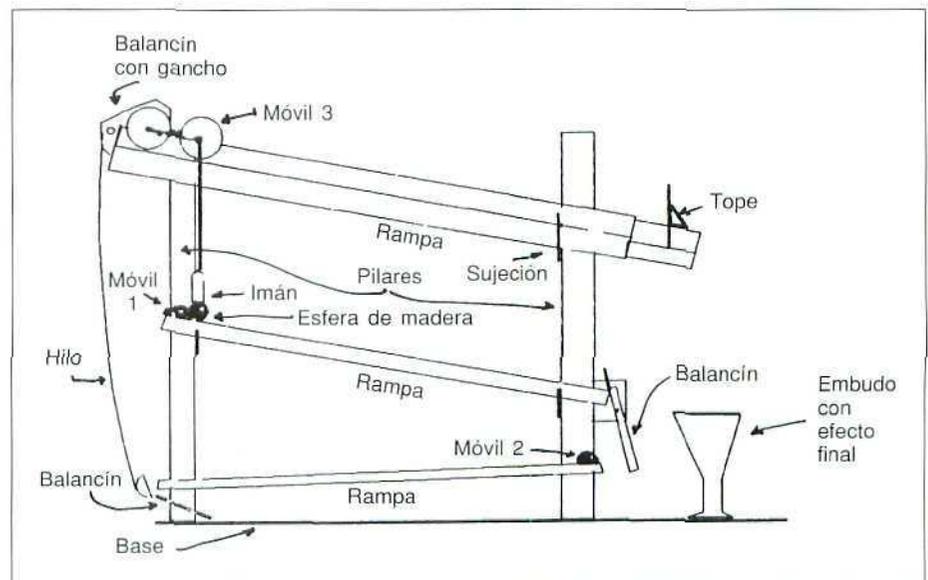
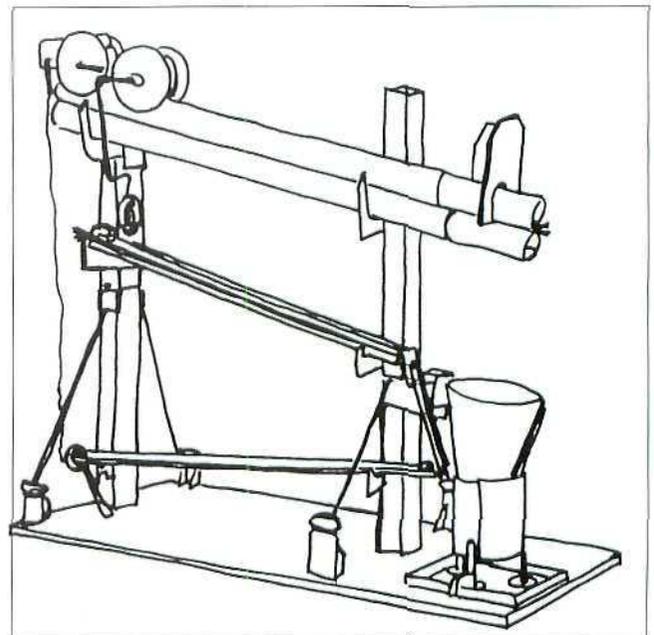
1.1.1. Descripción de la solución elegida

En principio, la idea que surgió del debate en este equipo puede expresarse mediante el croquis que se presenta en el esquema.

En resumen, se trata de tres rampas sostenidas por dos pilares. Los mecanismos que sirven para transmitir el movimiento de un móvil a otro se fundamentan en palancas o balancines que actúan como anclajes o sobre los anclajes de los otros móviles. El último móvil choca contra un tope y libera una esfera metálica adherida a un imán por causa de la inercia adquirida por ésta en su desplazamiento solidario con el móvil.

Materiales:

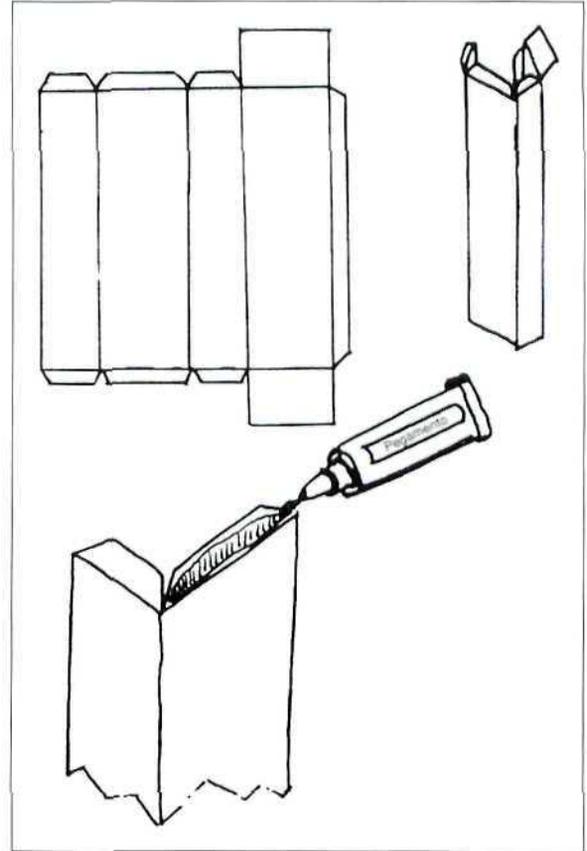
- Madera de aglomerado para la base (40 x 60 cm).
- Cartón.
- Cartulina.
- Cordel o hilo.
- Alambre.



- Dos canicas, una al menos de hierro.
- Imán.
- Cochecito de juguete.
- Cuchara dosificadora de plástico.
- Tubitos plástico rígido.
- Pegamento de contacto (no tóxico) y termofusible.

Herramientas:

- SERRUCHO para aglomerado.
- Tijeras.
- Cuchilla.
- Regla y escuadra.
- Lápiz.
- Dosificador de pegamento termofusible.



1.1.2. Construcción de los pilares

Utilizando cartulina como material, se construyen y montan las dos columnas que soportan el conjunto de rampas. La sección o perfil de estas columnas es un rectángulo, y se elaboran a partir del desarrollo de un prisma cuadrangular semejante a otros que se han presentado en esta Unidad Didáctica.

1.1.3. Montaje de los pilares

Las columnas se pegan por su base en la superficie de una tabla de madera de contrachapado, que se ha cortado previamente. Para evitar que se tambaleen al sufrir las acciones de las fuerzas de cizalladura, torsión y flexión, se preparan unos tirantes (tensores) que sujetan los pilares. Estos tirantes evitan que tenga que usarse otro operador estructural, como las escuadras.

Los tirantes, de cordel trenzado fino o hilo, se ajustan a las columnas mediante refuerzos de cartón, de forma que queden enfrentados uno a otro para optimizar su efecto. El otro extremo se enrolla y ata a unos soportes

que se han preparado a tal fin: son parecidos a las cornamusas que los barcos utilizan para fijar los cabos. La fijación de los tirantes en estos soportes nos permite que actúen como tensores, pudiendo ajustarlos fácilmente sin que la excesiva tensión afecte a las columnas, doblándolas.

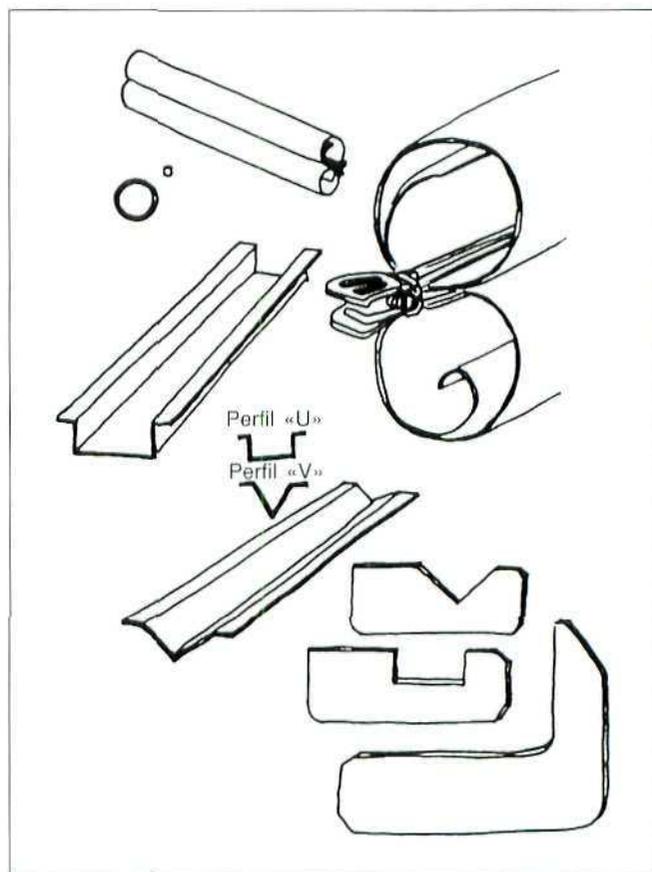
1.1.4. Construcción de las rampas

La rampa superior está formada por dos cilindros de cartulina, unidos longitudinalmente entre sí en sus extremos con horquillas de las empleadas para la sujeción del cabello. Esta unión podría haberse hecho más sólida con cinta adhesiva, pero la solución de las horquillas permite que se ajusten cómodamente en las piezas de fijación a las columnas. Conviene tener en cuenta que toda unión ajustable facilita el montaje y permite regulaciones de funcionamiento en los sistemas diseñados.

La rampa intermedia, también de cartulina, está constituida por un perfil en U rematado con una pestaña longitudinal en cada borde que ayuda a su posicionamiento sobre los soportes de cartón que la fijan a los pilares.

La rampa inferior, construida con el mismo material que las anteriores, presenta un perfil en V y se halla rematada también por unas pestañas longitudinales.

Las tres rampas se fijan a los pilares mediante unas cartelas o escuadras de cartón a las que se les ha practicado una hendidura que reproduce en la zona de apoyo de cada rampa el perfil específico de éstas, facilitando su asentamiento. Estas escuadras son ajustables en su unión con los pilares gracias a la forma de las piezas de cartón que las sujetan, actuando como guías de pasador



1.1.5. Los móviles

El móvil que se desplaza por la rampa inferior es una esfera. Se pueden obtener con facilidad esferas como ésta entre las de cristal utilizadas en el juego de canicas, o entre las metálicas que se encuentran en los rodamientos de ruedas o volantes mecánicos. También las hay de plomo, utilizadas como postas, y que condu-

cen muy bien la electricidad, pudiéndose utilizar como contactos entre los extremos de un conductor. Si se necesitan muy ligeras pueden construirse enrollando cuidadosamente papel de aluminio (son también conductoras) u obtenerlas de las que se fabrican a partir de poliuretano expandido ("corcho blanco") y que se utilizan para empacar objetos frágiles. Otras esferas muy aprovechables en la clase de Tecnología son las cuentas de madera o de plástico de muy diferentes tamaños que se utilizan en bisutería.

Por la rampa intermedia se desplaza un cochecillo de juguete comercial. Éste es el primer móvil que se hace funcionar en el conjunto de rampas, al colocarlo manualmente sobre la rampa. Podría haberse utilizado otro móvil de parecidas características, pero éste presenta la particularidad de que puede apoyarse fácilmente en la parte posterior y las ruedas traseras, permitiendo que permanezca frenado hasta que lo empujemos con el dedo y al balancearse comience su descenso por la rampa.

El móvil de la rampa superior se ha construido específicamente para este sistema. En esencia, consta de dos ruedas con acanalamiento (carretes o poleas confeccionadas de cartulina o cartón) unidas entre sí por un alambre que cumple magníficamente con la doble función de chasis y ejes del cochecito. Esta solución resulta muy interesante y conviene tomar nota de ella para un archivo de recursos técnicos al que acudir en situaciones semejantes. Obsérvese el pliegue preciso del alambre en el dibujo (n): el eje de las ruedas delanteras se prolonga hacia abajo en una serie de ángulos rectos que salvan el obstáculo de la rampa, y termina en un gancho en donde se afirma un imán de herradura.

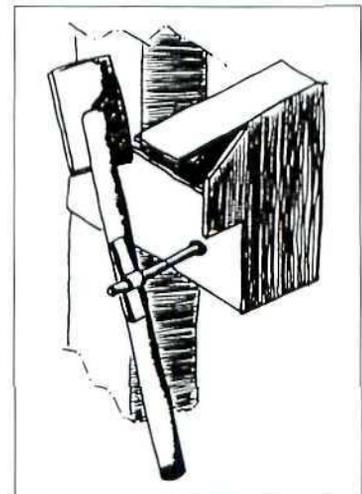
En el imán se sostiene una esfera metálica. El peso del conjunto imán-esfera facilita, por su situación en el sistema, la estabilidad en el equilibrio del móvil, manteniendo el centro de gravedad del conjunto muy bajo en su desplazamiento sobre el cilindro de cartulina.

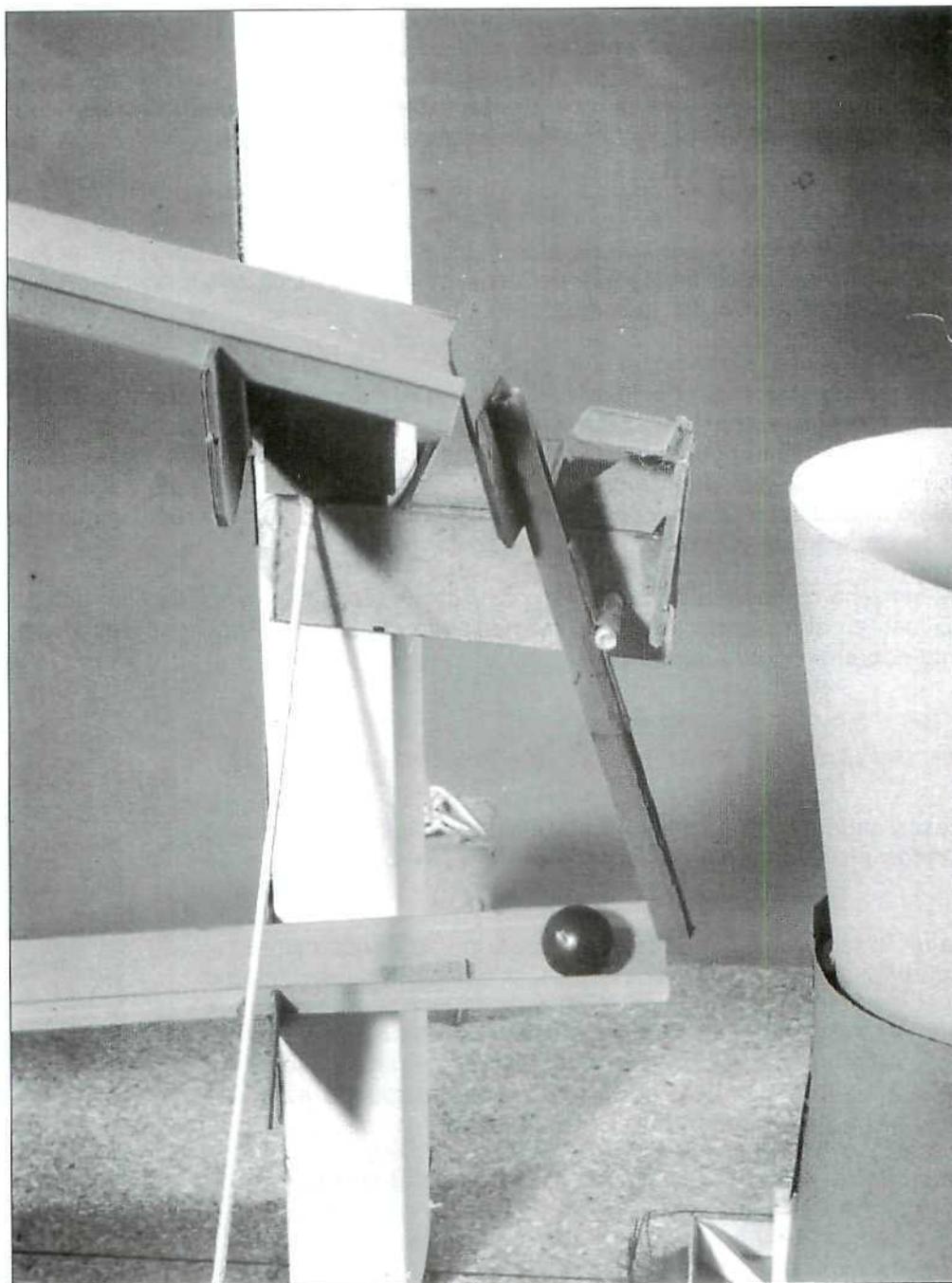
1.1.6. Los mecanismos de transmisión del movimiento. Efecto final

En los tres casos cada móvil transmite el movimiento al siguiente utilizando mecanismos basados en el principio de la palanca. Analicemos cada uno de ellos:

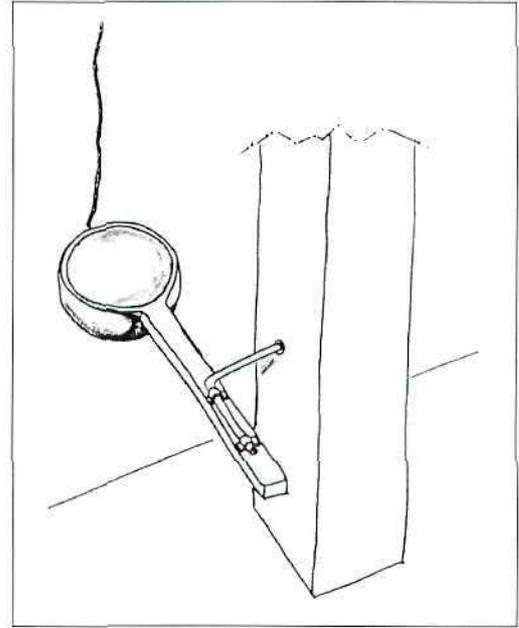
- a) La canica de la rampa inferior comienza a rodar por la rampa cuando el extremo de un balancín la empuja. El balancín o palanca tiene forma de pala, con el eje de giro (un tubito de plástico rígido similar a un palillo de chupa-chups) introducido en un soporte de cartón solidario con el pilar. El balancín pivota sobre su eje cuando el cochecito de la rampa intermedia lo empuja. Un tope de cartón en el mismo cuerpo del soporte evita que el coche se salga de la rampa.

La construcción de esta palanca (en forma de pala) se basa en un cilindro de cartulina al que se le ha pegado un rectángulo de cartón en uno de los extremos. Una tira fina de cartulina afirma la unión transversal del eje con la palanca.

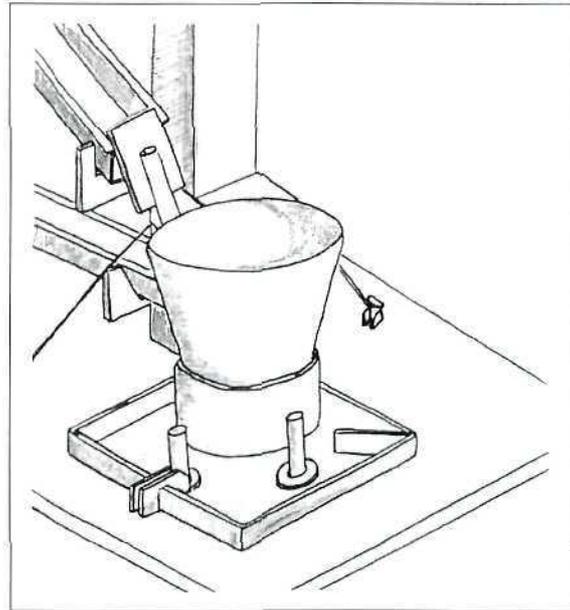
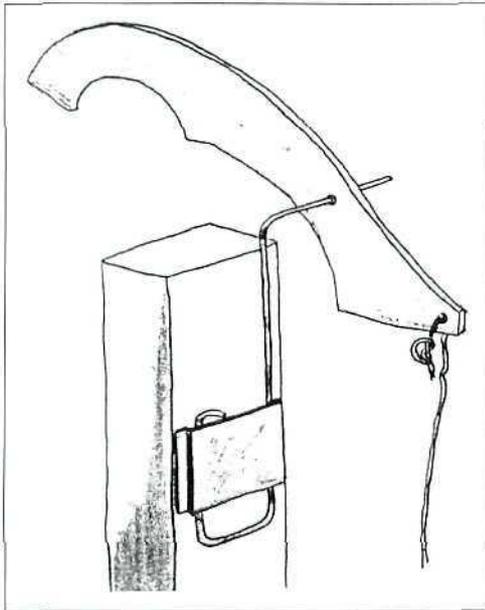




- b) La canica termina su viaje por esta rampa penetrando en el depósito que forma una pequeña cuchara dosificadora de plástico. Esta cucharilla se une por la zona central del mango a un soporte semejante al anterior a través de un alambre perpendicular, el cual, introducido en el soporte, sirve de eje o apoyo para el balancín.
- c) El pivote sobre el eje de la cuchara produce la tensión necesaria en el hilo para que balancee la tercera palanca del sistema. Se trata de una pieza de cartón con forma de gancho, adaptada perfectamente al cilindro de la rueda trasera del móvil de la rampa superior, sujetándolo en la posición de descanso y liberándolo en la posición en que actúa el hilo. El giro del gancho se produce en un eje de palito de caramelo que rueda sobre el alambre que lo sostiene. Así, el móvil comienza a rodar por su rampa hasta el choque con una plataforma de cartón que ejerce de tope.

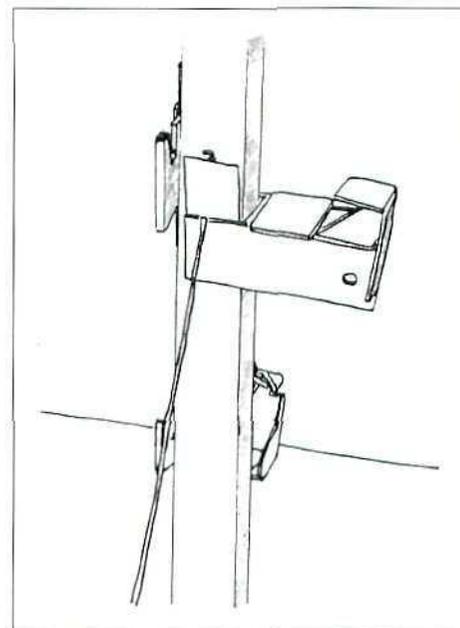


Este choque produce el efecto final, cuando la inercia acumulada en la canica la obliga a desprenderse del imán que la suspendía. En su salto, la canica cae en un depósito de cartulina con forma de copa (tronco de cono invertido), sujetado por un trío de pilares construidos a partir de papel enrollado, pegados en la base de conglomerado.



1.1.7. Proceso de montaje

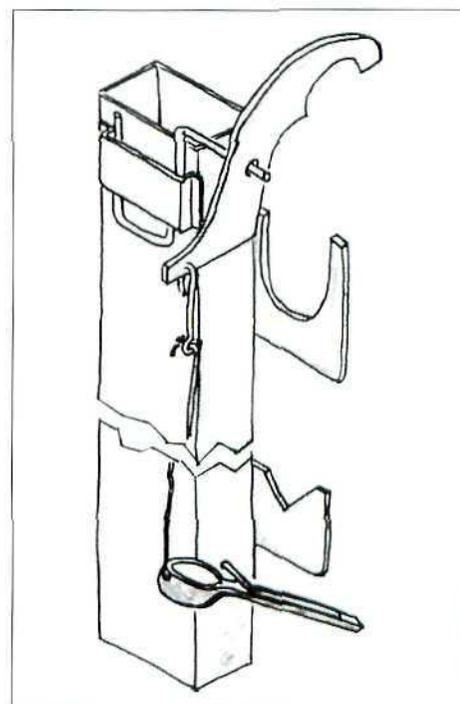
- a) Una vez montadas las columnas como se ha descrito en el apartado 1, se pega en ellas, a altura conveniente, las guías de cartón que sujetarán las escuadras sobre las que se apoyan las rampas.
- b) Colocadas las escuadras en las guías, puede pegarse en su columna el conjunto soporte-balancín de la rampa intermedia y en la otra se pegan los soportes y ejes de los balancines superior e inferior.
- c) A continuación se asientan las rampas en las hendiduras de las escuadras, atendiendo que ajusten a presión en ellas para evitar su desplazamiento. A la rampa inferior se le ha pegado un pequeño rectángulo de cartulina en el extremo que deba permanecer a mayor nivel. Su función es la de servir de obstáculo a la canica, frenándola lo justo para que pueda superarse con el empujón de la palanca apropiada.
- d) Ajustando, si es preciso, los ejes, se colocan los tres balancines, comprobando que sus posiciones coinciden con las necesarias para su acción en cada extremo de las rampas. Se unen mediante un hilo los enganches del balancín inferior con la palanca que retiene el móvil superior. Obsérvese la pieza de alambre que facilita esta operación.



1.1.8. Funcionamiento del conjunto

Se coloca cada móvil en su posición: el de la rampa superior, con el conjunto imán-esfera, se sujeta con la pieza basculante de cartón en forma de gancho; la canica se coloca en su rampa respectiva, apoyada en el tope que evita su desplazamiento; y el cochecito en el extremo elevado de la rampa intermedia, sujetándolo con los dedos.

Al soltarlo, el cochecito se desplaza hasta que empuja la palanca del extremo de su recorrido. Ésta, en su giro, empuja la canica, superando el escalón de cartulina y desplazándose por la rampa inferior hasta caer en el cucharón. La palanca formada por éste balancea, tirando del hilo que lo conecta con el balancín del extremo de la rampa superior. Al balancear, se libera el tercer móvil. Su carrera termina chocando con el

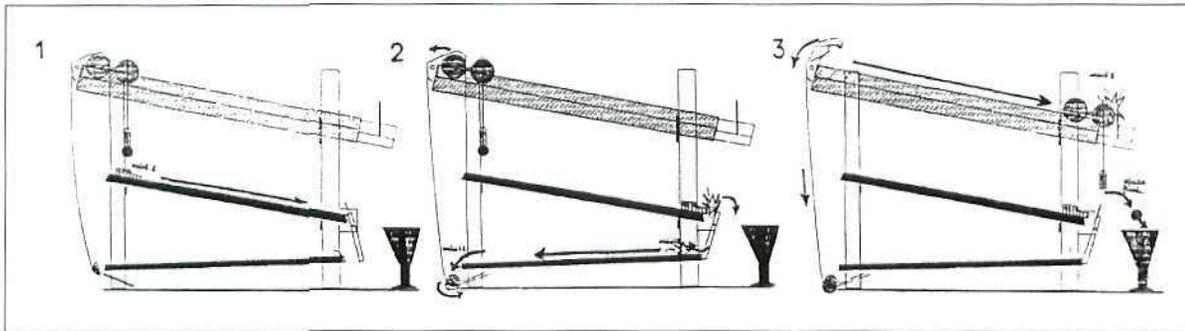


tope del término de la rampa. La inercia consigue que la esfera se separe del imán y caiga en el último depósito. Si en éste hemos colocado una pieza metálica o una campana, se produce un efecto sonoro final.

1.1.9. Evaluación de la solución

Tal y como se puede comprobar en las imágenes del vídeo, el sistema de rampas construido da solución al problema planteado, atendiendo a las condiciones impuestas.

Conviene valorar algunos aspectos que son importantes para futuras propuestas de trabajo y, en general, para la formación tecnológica.



- **Los materiales.** Con este proyecto se ha podido comprobar que con una adecuada manipulación, materiales aparentemente endebles como el papel y el cartón, trabajan perfectamente como estructuras de sostén y permiten un amplio abanico de posibilidades para la construcción de sistemas tecnológicos en las aulas.

Ciertos objetos manufacturados pueden ser reutilizados con facilidad en los proyectos que se realizan en el área. Normalmente se ajustan a determinadas condiciones que precisan los mecanismos diseñados, y se incorporan a ellos con pequeñas transformaciones, cumpliendo en la mayoría de ocasiones funciones diferentes a las que se les encomendaron en su diseño original. Sirva como ejemplo el caso del dosificador o cucharilla de plástico que, al tiempo que recibe la canica de la rampa inferior, actúa como balancín que desengancha el freno del tercer móvil. Además, en muchas ocasiones, objetos cotidianos nos ofrecen excelentes ideas para la solución de problemas técnicos a partir de su forma, estructura, composición o función. De aquí la importancia de disponer de abundantes materiales reciclados o reutilizables en las aulas de educación tecnológica.

- **El diseño y las soluciones técnicas.** Hay que destacar en este sistema la facilidad de ajuste que permiten los mecanismos de soporte de las escuadras que sujetan las rampas. En la mayoría de sistemas técnicos se hacen precisos, según su montaje, funcionamiento, tiempo de trabajo o función, sucesivos ajustes en la estructura o los mecanismos. Esta realidad se hace más patente en las maquetas y proto-

tipos que se construyen en el aula de Educación Tecnológica. Por ello, desde la fase de diseño, es importante prever los problemas de ajuste y elaborar las soluciones incorporando estructuras y dispositivos que los permitan.

Asimismo, resulta destacable el diseño del tercer móvil, tanto por sus particularidades estructurales (chasis de una sola pieza de alambre) como por sus aspectos funcionales.

1.1.10. Otras soluciones

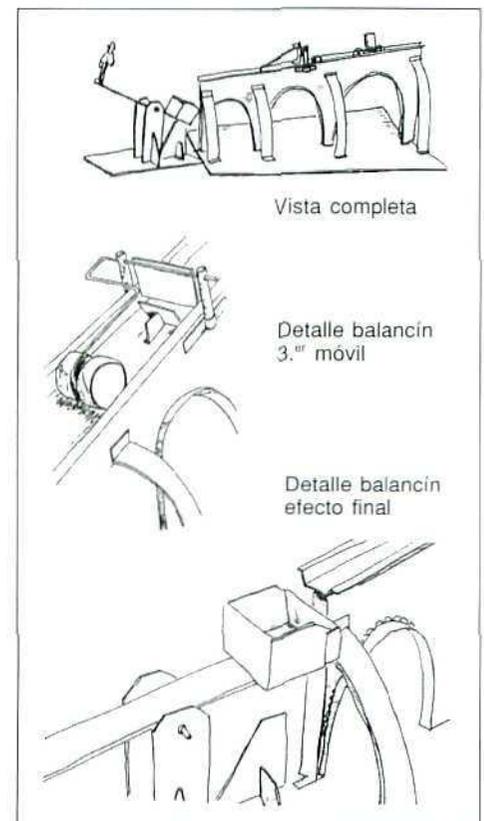
En el documento videográfico se han podido contemplar dos soluciones diferentes a la presentada por el primer grupo de profesores. En ambos casos se resuelven también los problemas y condiciones que planteaba la propuesta de trabajo, haciendo patente las posibilidades del pensamiento divergente: los tres grupos, cada uno a partir de sus propios recursos e ideas, han solucionado de distinta manera el problema planteado. Ésta debe ser una característica ampliamente potenciada en el área y dinamizada por la riqueza que aporta en la construcción de conocimiento y pensamiento.

A continuación se analizan someramente las aportaciones de los otros dos equipos.

1.2. Solución 2: Un acueducto inclinado

A primera vista nos atrae de esta solución su estructura en amplios arcos que recuerda la imagen de un acueducto con inclinación. De hecho, se trata de una rampa con perfil en «U», en plano inclinado, apoyada sobre una estructura que utiliza los arcos para aportar rigidez y resistencia a los materiales utilizados en su construcción: únicamente cartulina y pegamento para las uniones. La estructura se refuerza con tiras de cartulina colocadas en forma de arbotantes en uno de los laterales.

En la rampa se encadena el movimiento de los tres móviles; entre el primero y el segundo se transmite el movimiento a través del choque de uno sobre otro (el vehículo contra la canica), de tal manera que la canica supera el obstáculo de cartulina que la retenía. Entre el segundo y el tercero (canica-cilindros unidos con un eje) el movimiento se transmite mediante un mecanismo de balancín-gancho semejante a la solución de la rampa superior del primer sistema comentado, pero de mayor simplicidad. El efecto último se consigue también con un balancín o palanca que presenta en uno de sus extremos un depósito donde cae



el tercer móvil, y en el otro extremo una figura humana recortada en cartulina: con su balanceo se consigue efecto final.

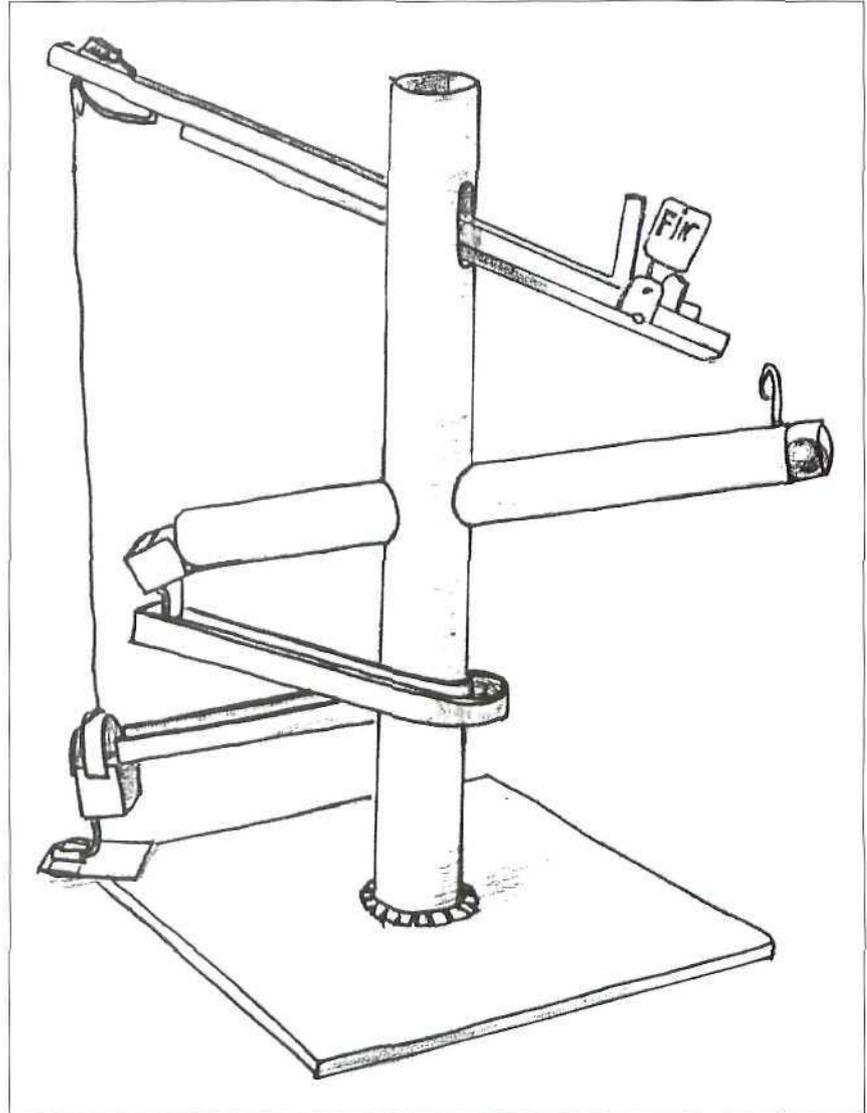
1.3. Solución 3: Un mecanismo que recupera altura

Este sistema se caracteriza por apoyar las tres rampas en una única columna, de sección circular. La rampa superior presenta una sección en «U» y atraviesa la columna formando un plano inclinado respecto de su vertical. La rampa intermedia es un tubo cerrado, de sección circular, que atraviesa también la columna principal de sostén. El plano inclinado que forma con ella es de sentido inverso a la anterior. A su través transcurre el primer móvil (una esfera de madera) cuando se la libera del pasador de alambre que la frena. La tercera rampa presenta dos planos inclinados en ángulo, unidos por una continuación de la rampa en forma de semi-bucle; esta pieza va adosada a las paredes de la columna cilíndrica, soportando las dos semirrampas en forma de voladizo inclinado.

Globalmente, el conjunto da la impresión de un trío de plataformas en zigzag, cortando un eje central.

También en este sistema se cumplen las condiciones de diversificación en el tipo de rampa y las de encadenamiento en la transmisión de movimiento por parte de los tres móviles.

Cuando la esfera de madera (móvil 1) se libera del pasador de alambre, comienza a rodar por su rampa hasta caer



al final de ella en un depósito de cartulina que se adosa al extremo de la rampa por un soporte flexible, construido también en cartulina. El peso de la esfera de madera en el depósito produce el balanceo de éste, empujando con la pestaña inferior, construida a propósito, al segundo móvil: una canica.

El viaje de éste móvil se realiza por la rampa en bucle y termina también en un depósito en forma de cesta, sujeta por un cordel al pasador que frena el tercer móvil.

En la cesta el peso de la canica produce suficiente tensión en el cordel como para desbloquearlo, comenzando a rodar el último móvil, un cochecito de juguete, por la rampa superior hasta su extremo más bajo. El efecto final se produce al girar el cartel con el rótulo «FIN», colocado adecuadamente, debido al choque del cochecito con el soporte de alambre que lo sujeta.

Se observa que la característica común entre los tres sistemas se encuentra en el tipo de mecanismo que transmite el movimiento de un móvil a otro. En la mayoría de ocasiones el móvil en movimiento desplaza un brazo de palanca, sea por el efecto de choque o por el propio peso. A partir de este efecto, el otro extremo del brazo del balancín empuja al otro móvil, iniciando el descenso por su rampa. Así pues, la concatenación de efectos entre los móviles se realiza mediante palancas. Conviene recordar lo que se expuso sobre estas máquinas simples en el primer capítulo de esta serie, en el apartado de formación tecnológica.

Se propone a continuación una actividad específica que invita a explorar otros mecanismos y sistemas para conseguir esta transmisión de energía cinética o de movimiento de un móvil a otro.

Actividad específica



Se propone el diseño y construcción de un sistema técnico en el cual se cumplan las siguientes condiciones:

- Un móvil debe desplazarse por el sistema, aportando su energía cinética a otro móvil sin utilizar para ello ningún mecanismo basado en el principio de la palanca.
- Entre el comienzo del movimiento del primer móvil y el final del recorrido del segundo móvil transcurrirán al menos 5 segundos.
- Los materiales básicos para la construcción de las estructuras de sostén en el sistema serán papel, cartulina, cartón, cordel,...
- Se elaborará un croquis del sistema ingeniado antes de iniciar su construcción, evaluando en él las posibilidades de éxito para cumplir la función encomendada.

Si se hace memoria sobre lo que se ha venido desarrollando hasta ahora, encontraremos múltiples imágenes que nos ayudarán a resolver esta propuesta:

- Un móvil puede desplazarse en caída libre desde una estructura similar a las que han construido los profesores en la serie de vídeo...

- Un imán pendular puede ayudar en mantener un móvil frenado únicamente lo preciso para comenzar a desplazarse con el choque de otro...
- Cualquier móvil, debidamente frenado, puede ejercer de obstáculo en el desplazamiento de otros móviles. Al iniciar su movimiento, se pondrán en funcionamiento los demás.
- Un mecanismo basado en un resorte elástico puede lanzar un móvil hacia otro, a modo de cañón-proyectil...
- Un péndulo puede cumplir la función de desplazamiento de uno de los móviles, con una trayectoria precisa...
- Las rampas helicoidales nos proporcionan recursos para alargar en poco espacio el recorrido de un móvil...
- Diferentes estructuras de papel o cartulina, adecuadamente colocadas en el plano de una rampa ayudan a lentificar el desplazamiento del móvil...

En fin, es cuestión de agudizar el ingenio e investigar posibilidades diferentes a las que proporcionan las palancas; al mismo tiempo, se profundiza en el conocimiento práctico de la teoría de las estructuras. Conviene recordar lo que se expresó, al respecto de estructuras y rampas, en el capítulo anterior de formación tecnológica.

1.4. Un antiguo problema tecnológico: construir un puente

En el documento videográfico se ha planteado al grupo de profesores una nueva propuesta de trabajo, relacionada también con estructuras que permiten el paso de determinados móviles. Se trata del diseño y construcción de un puente con una serie de características específicas.

1.5. Concreción de la propuesta

Se trata de diseñar y construir la maqueta de un puente capaz de salvar el obstáculo natural que supone un río navegable. Para ello deberá cumplir tres condiciones estructurales:

- 1) Permitir el paso de un vehículo desde una orilla a la otra, salvando el cauce del río.
- 2) No obstaculizar la navegabilidad del río.
- 3) Se utilizará también la cartulina y el cartón como materiales básicos, pero, si se desea, pueden utilizarse en este caso otros materiales.

El tutor expresa en el vídeo a los diferentes profesores que un puente móvil, ya sea giratorio, ya levadizo, ofrece una buena solución, atendiendo a las condiciones antes descritas.

Se sugiere también la posibilidad de utilizar un motorcillo eléctrico para mover el puente.

Al analizar la propuesta planteada, se observa que es lo suficientemente abierta como para que, cualesquiera que sean los conocimientos científico-técnicos que se tengan, se pueda comenzar a expresar ideas en un boceto. Las imágenes y conocimientos previos que se posean sobre el antiguo problema de salvar los obstáculos naturales puede ayudar a que estos bocetos sean la expresión de excelentes e ingeniosas soluciones.

Aun así, es conveniente acudir a diferentes fuentes de información en relación con los problemas técnicos que se plantearán a medida que se desarrolle lo planificado en el boceto. En general, surgirán abundantes preguntas referidas a la teoría de las estructuras resistentes y a la acción de las fuerzas y esfuerzos.

Así, en primer lugar será necesario enfrentarse a la elección más conveniente para el puente en cuanto al tipo de movilidad del tablero: ¿giratorio, levadizo,....?

Habrá que elegir también el tipo de estructuras y sus refuerzos (pilares, vigas, escuadras,...) más adecuado para las intenciones constructivas que se tengan y el tipo de materiales que se piense utilizar. En este sentido habrá que recordar lo expresado en la primera Unidad sobre las estructuras y sus clases.

Pero habrá que buscar más información sobre el tipo de esfuerzos a los que se someterán estas estructuras y cuáles son los efectos en ellas de las diferentes fuerzas actuantes.

La sugerencia de utilizar un motor eléctrico como mecanismo para mover el puente puede facilitar el trabajo, pero debe recordarse la experiencia presentada por el tutor en el documento vídeo: un motorcillo no puede por sí mismo vencer demasiado peso.

Para decidir sobre estas y otras cuestiones de gran importancia para el éxito en la solución de la propuesta de trabajo se aporta en el apartado de Formación Tecnológica un conjunto de informaciones y se propone una serie de actividades a las que se aconseja atender.

V. Con nuestros alumnos y alumnas

En la unidad anterior se abordaba la descripción del proyecto tecnológico como un proceso que, en esencia, parte de un planteamiento y análisis de un problema tecnológico y se resuelve mediante la construcción de un sistema técnico o máquina que cumpla con los requisitos demandados.

Durante el desarrollo de este proceso los alumnos y alumnas deben enfrentarse a situaciones a las que han de responder con ideas creativas, exponerlas y argumentarlas de forma razonada y lógica, debatirlas con el resto de compañeros y compañeras y aceptar de ellos y ellas críticas constructivas.

Desde esta perspectiva, una metodología del área en la que se utilizan las técnicas de trabajo en grupo potencia de manera importante el papel formativo a través del desarrollo de proyectos en los que los alumnos y alumnas comparten tareas y desarrollan actividades en aras de un objetivo común.

La vivencia y experienciación de un proceso tecnológico por parte de los alumnos y alumnas, agrupados en equipos de trabajo, les permite enfrentarse a la resolución de problemas colectivamente, planteándoles la necesidad de actuar siguiendo unas pautas de relación entre ellos y unas estrategias de comunicación efectiva y eficaz. El trabajo en grupo es, por tanto, la técnica ideal para desarrollar los proyectos tecnológicos, ofreciendo así el área **una excelente oportunidad para el aprendizaje de contenidos relacionados con la sociabilización y las relaciones que se establecen en equipos de trabajo.**

Este planteamiento metodológico exige que, paralelamente a la organización de recursos dentro del aula relacionados con el propio proceso, deban organizarse también los recursos humanos con relación a la formación de los equipos y su funcionamiento. En el capítulo anterior ya vimos cuáles eran las fases del proceso. Recuérdese observando el esquema que presenta la figura : Se parte de la identificación y/o descripción de un problema tecnológico para su análisis y posterior solución final, pasando por toda una serie de fases intermedias.

Así pues, previamente al planteamiento de la propuesta de trabajo, resultará conveniente haber formado los equipos de trabajo entre los alumnos y alumnas.

Existe una serie de criterios organizativos que la experiencia ha demostrado eficaz desde un punto de vista didáctico. A continuación se describen estos criterios sucintamente. En posteriores Unidades Didácticas se tratarán con detalle algunos, así como el empleo de estrategias grupales en la educación tecnológica.

En cuanto a quiénes forman los equipos, se considera conveniente que sean los propios alumnos y alumnas los que decidan su composición a partir de sus propios intereses y motivaciones. Solamente la falta de integración de alguno de los alumnos o alumnas en los equipos o la irregular composición numérica de los mismos llevará a la participación del profesor o profesora en su formación.

En los casos en los que sea necesaria esta intervención pueden resultar interesantes ciertas técnicas de gestión en la formación de los grupos que racionalicen el efecto de imposición que pueda implicar esta intervención del profesor o profesora.

Como ejemplo puede citarse el que se cumpla la condición de que cada alumno o alumna se integra a un equipo si cumple ciertas cualidades o características previamente determinadas por el profesor o profesora, conocedores ya del grupo de alumnos. Para ello puede distribuirse sobre cada mesa un número de carteles igual al del número deseado de componentes del futuro grupo, con el nombre de determinada característica en cada

uno de ellos. Los alumnos y alumnas que se identifiquen con las características expresadas en los carteles se agrupan en las mesas, estando comprometidos a no quedar ningún cartel libre de componente que represente la cualidad apuntada en él.

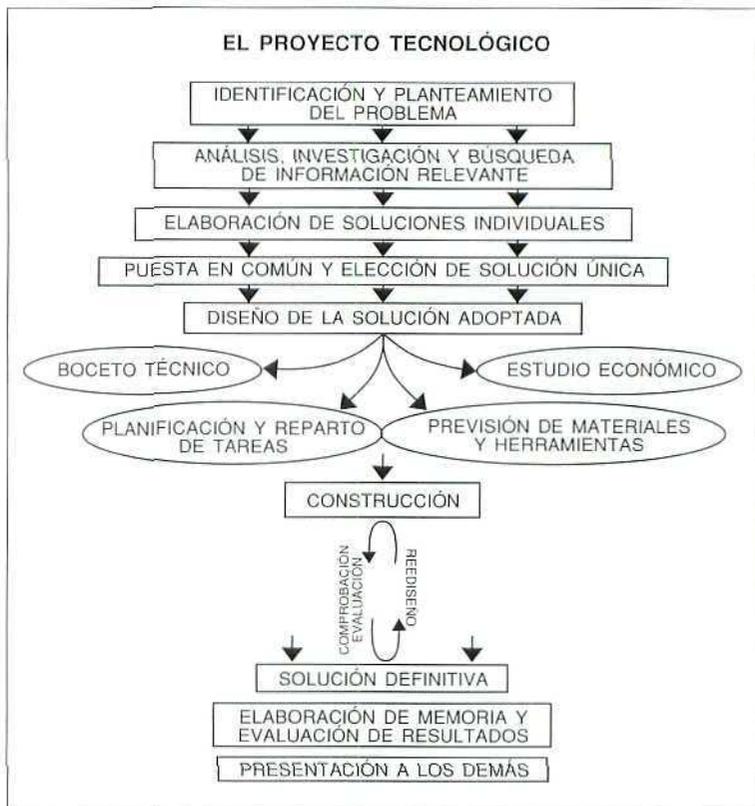
Puede haber múltiples variantes a esta técnica, siendo más o menos flexibles en función del criterio de rigidez o azar que se proponga el profesor o profesora. Incluso pueden presentarse a los alumnos y alumnas como un juego entre equipos en los que la formación de los éstos sea el objetivo del juego.

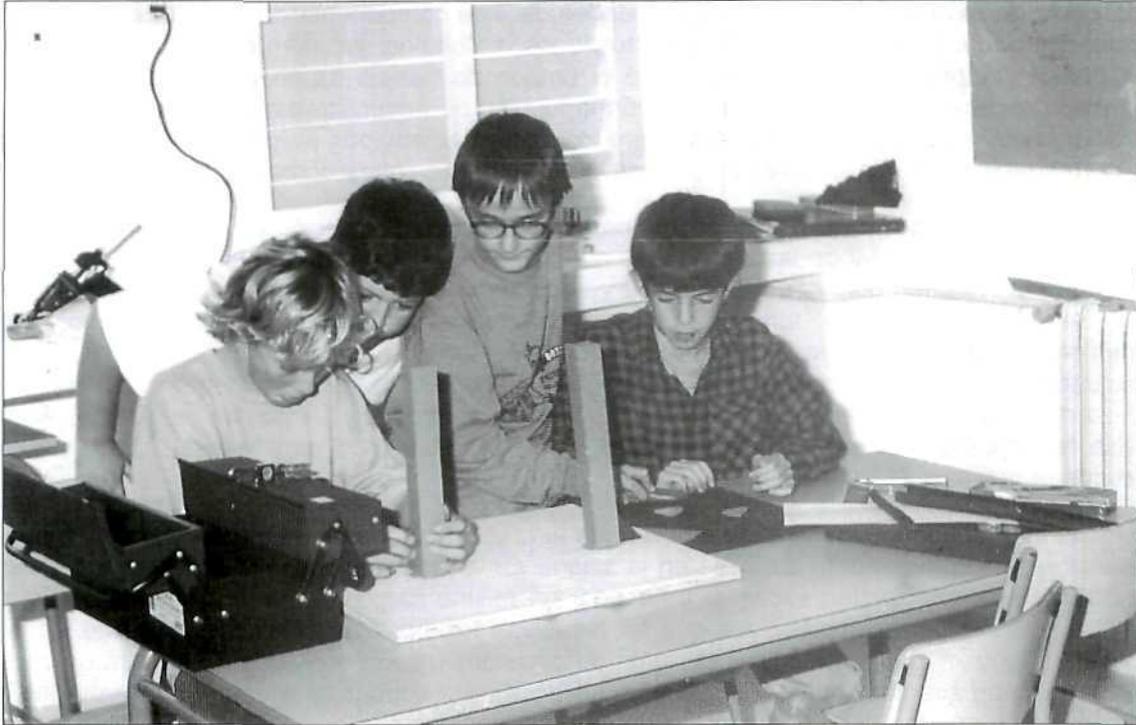
Por lo que se refiere al número de componentes de cada equipo, las peculiaridades numéricas de cada aula serán determinantes en este sentido. Con todo, existen actividades-tipo que aconsejan que los grupos estén formados por un mínimo de cuatro y un máximo de cinco componentes. Un equipo con este número de componentes puede perfectamente enfrentarse a todas las tareas y responsabilidades que exige el desarrollo de un proyecto tecnológico.

En algunas ocasiones, con referencia a propuestas de trabajo que planteen soluciones a problemas técnicos sencillos o muy específicos (realización de determinados circuitos eléctricos, optimización de algún operador tecnológico,...) o que planteen actividades de experimentación e investigación (comprobación experimental de la relación de velocidades en un sistema de poleas,...), se ha demostrado que la pareja forma un eficaz equipo a la hora de actuar coordinadamente y responsabilizarse cada individuo de la tarea encomendada.

En cuanto a la duración de cada equipo y a su estabilidad, resulta aconsejable que un equipo de trabajo permanezca con la misma composición durante todo el desarrollo del proceso tecnológico que implica determinada propuesta de trabajo. Solamente en el caso de que se produjera un conflicto importante entre sus componentes sería adecuado introducir modificaciones. Desde luego, antes de cualquier modificación en la formación del equipo, siempre se habrá dialogado con los componentes y se habrán aplicado aquellas estrategias de dinámica de grupo que se adapten mejor para la solución del conflicto surgido.

Por lo que respecta a la organización interna del equipo, la estructura en fases del proceso tecnológico, así como la utilización de determinadas rutinas, procedimientos, materiales o herramientas, facilita la distribución de cargos o responsabilidades. Se propone una organización basada en los siguientes cargos:





- **Portavoz.** Coordina y modera los debates en el equipo, ejerce de representante en las puestas en común entre toda la clase, traslada las incitativas del equipo al profesor o profesora y recoge de éstos instrucciones, aportaciones, sugerencias, etc.
- **Responsable de documentación.** Recoge y archiva todos los documentos que se generan durante el desarrollo del proyecto, así como la información que pueda haberse recopilado en la fase de investigación o experimentación que sea relevante para la solución del problema tecnológico planteado. Coordina el acceso tanto a documentos y bibliografía existente en la biblioteca de aula en la de centro, como a otras fuentes bibliográficas externas.
- **Responsable de herramientas.** Dependiendo de la organización de cada profesor o profesora en este sentido, suele ser frecuente que los equipos dispongan de un grupo de herramientas básico para su uso propio. El encargado de herramientas del equipo se responsabiliza de la supervisión y estado de este equipo previamente a su utilización y de su distribución durante el desarrollo del proyecto, vigilando su uso adecuado y evitando la pérdida o rotura, por negligencia, del mismo. Además, se encarga del inventariado y revisión de su estado de conservación una vez finalizado el proyecto. Por lo que respecta a las herramientas de uso común, el responsable de cada equipo suele coordinar los turnos de utilización por parte de cada grupo de trabajo y se encarga de las tareas de mantenimiento y cuidado de las máquinas y herramientas del taller, conjuntamente con los demás responsables de cada equipo.

- **Encargado de materiales.** Las responsabilidades de este componente del equipo se basan en el inventariado, selección, cuidado y almacenamiento de los materiales, ya sean de adquisición comercial o de reciclado de prefabricados comerciales, que el equipo de trabajo ha previsto como necesarios para el desarrollo del proyecto. Suele realizar también la función de administrador y proveedor, encargándose de coordinar los intercambios de materiales entre los diferentes equipos en un juego de libre comercio en el que se respetan determinadas reglas propias de las transacciones comerciales en la realidad.
- **Responsable de seguridad, orden e higiene en el trabajo.** Su función es la supervisión de los procedimientos que se aplican y de las actividades que se realizan por parte del equipo, valorando su adecuación según las normas generales de higiene y seguridad en el trabajo que se han acordado en el aula-taller. Se trata de un papel fundamental a la hora de evitar accidentes en el uso de materiales y herramientas y de orientar a los compañeros y compañeras sobre determinados procedimientos y técnicas de actuación en el caso de que se produzcan. Tiene acceso al botiquín de primeros auxilios y se responsabiliza de comunicar al profesor cualquier situación que evidencie un posible accidente. Asimismo, supervisa la limpieza y el orden en los puestos y mesas de trabajo para que el taller esté siempre en condiciones óptimas de utilización.

Con alumnos que no tienen mucha experiencia en la formación autónoma de grupos de trabajo pueden surgir en las primeras sesiones algunas dificultades en la asignación de las responsabilidades antes descritas. En los casos de que exista competitividad excesiva en ocupar un mismo cargo por parte de varios de los alumnos y alumnas, la profesora o profesor procurará que se resuelvan los posibles conflictos mediante la negociación. Pueden aplicarse también algunas técnicas de toma de decisiones: cada componente elabora un breve currículum en el que describe sus cualidades y justifica su solicitud para ocupar tal o cual responsabilidad. Posteriormente una comisión formada por varios alumnos de la clase elegidos por los propios compañeros y compañeras se encarga de ejercer de «agencia de colocación», atendiendo a los currícula de los solicitantes.

En los momentos iniciales de la formación de un equipo de trabajo, se dan óptimas ocasiones para favorecer aprendizajes adecuados sobre hábitos y actitudes de carácter no sexista. Se debe prestar especial atención en esos momentos a que los componentes de un equipo de trabajo no decidan la asignación de responsabilidades bajo los estereotipos sexistas, otorgando a los chicos siempre funciones relacionadas con la coordinación del trabajo y la gestión de las herramientas, mientras que para las chicas se reservan funciones de apoyo a la documentación y administración, limpieza, etc.

Una vez identificado y definido el problema tecnológico, y concretado en una propuesta de trabajo, los equipos comenzarán las actividades que les llevarán a su solución. Obsérvese el Anexo (n), en el que se muestra un ejemplo de documentación, entre muchos posibles, en el que cada equipo deja constancia explícita de las actividades realizadas:

- Repartidas las funciones y responsabilidades, cada componente del grupo aporta sus ideas individuales para la solución, utilizando las herramientas del diseño gráfico.
- Se debaten en el equipo las aportaciones de cada uno y se decide por la que se opina es la mejor solución, sin descartar nunca las otras como posibles. En ocasiones, la solución definitiva pasa por una combinación entre varias de las ideas aportadas por los componentes del equipo.

- Se elabora un proyecto técnico para desarrollar la posible solución. En este proyecto conviene que se incluyan al menos:
- Resumen de la información recogida para solucionar el problema planteado. Síntesis de lo más relevante.
- Croquis de la máquina o sistema técnico elegido como solución. (Dibujo del conjunto).
- Despiece del sistema. Croquis de las piezas con posible acotación, número y tipo de material para su fabricación.
- Breve informe económico que incluya una previsión de materiales y herramientas para la construcción y una aproximación presupuestaria.
- Un informe esquemático en el que se describan las tareas previstas en la realización del proyecto y su distribución entre los distintos componentes del grupo.
- Durante la fase de construcción se documentan los posibles cambios en alguna de las partes o en la totalidad del proyecto. Se trata de nuevos diseños que, si han sido necesarios, se adjuntan a la memoria final.
- Una vez concluida la fase de construcción, se evalúan los resultados y se elabora un informe para la presentación del sistema o máquina al resto de los equipos.
- Al final del proceso, cada equipo presenta una Memoria, en la que se incluyen tanto los documentos del Proyecto Técnico como el informe de los nuevos diseños y evaluación del sistema o máquina, además de los dibujos y documentación precisos para que cualquier otro grupo interesado pueda construirlo.

En el Anexo (n) se presentan algunos ejemplos de Proyectos Técnicos y Memorias realizados por alumnos y alumnas de Educación Tecnológica del primer ciclo de Educación Secundaria.

Reorganización de grupos

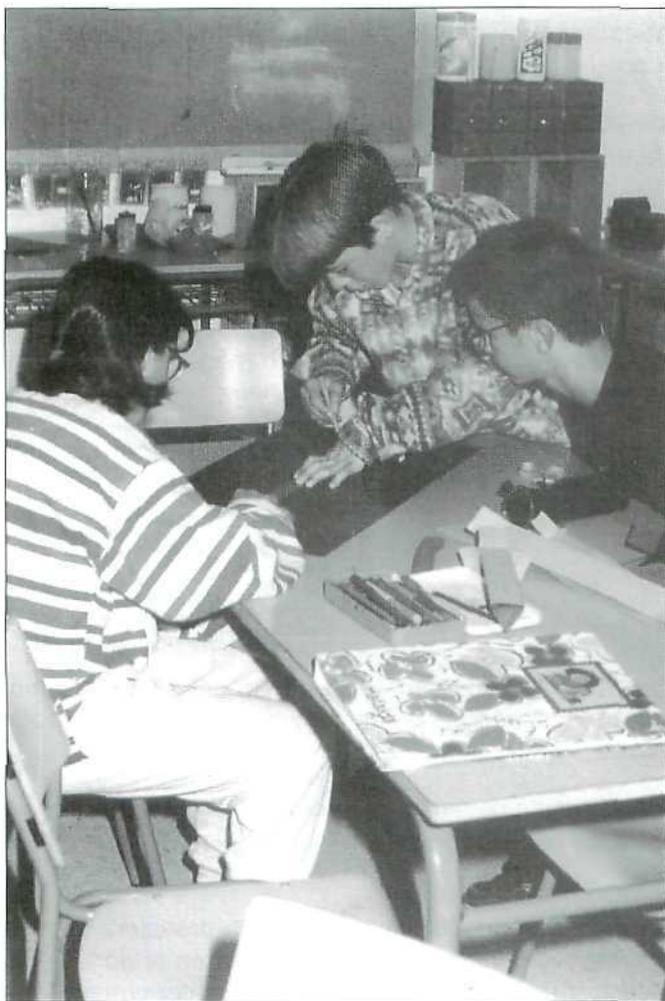
Se indicó anteriormente que, para conseguir aprendizajes significativos con el desarrollo del proceso tecnológico, es necesario que entre los alumnos y alumnas haya un adecuado nivel de comunicación, caracterizado por la fluidez de las ideas y el respeto mutuo.

El profesor o profesora ejerce de agente dinamizador de este flujo continuo de información y procura extraer el máximo provecho de las situaciones de comunicación entre los alumnos y alumnas, por el elevado interés que supone en el aprendizaje.

En este capítulo el documento audiovisual nos presenta una situación típica en la que la profesora plantea la reestructuración de los grupos de trabajo. El nivel organizativo de la clase que se muestra en el documento se basa precisamente en la funcionalidad de las responsabilidades que se han apuntado anteriormente. La

profesora, en este caso, tiene presente, a partir del conocimiento de sus alumnos y alumnas, la necesidad de flexibilizar la asignación de las tareas conforme a sus capacidades y aptitudes y desarrollarlas con nuevas situaciones de enseñanza/aprendizaje.

Una de las situaciones más frecuentes en el aula a la hora de la reorganización de los grupos es la de que éstos se formen en función de las «especialidades» en las que los chicos y chicas se han mostrado más hábiles. Con mucha facilidad el grupo identifica estas habilidades en sus componentes e intenta aprovecharlas. Esta situación daría lugar a que a lo largo del curso, aunque los alumnos y alumnas cambiasen frecuentemente de grupo, muchos de ellos y ellas sólo habrían desempeñado una o dos de las responsabilidades o tareas en las que se organiza el trabajo. Así, tendríamos alumnos o alumnas que expresarían muy bien sus ideas mediante



el dibujo técnico y serían buenos gestores, pero mostrarían importantes dificultades en el manejo de herramientas y en el tratamiento de los materiales. Por contra, alumnos muy expertos en la construcción y en las distintas operaciones de manufacturación podrían presentar serias deficiencias en el uso de las posibilidades expresivas del diseño gráfico o en la anticipación de recursos materiales y económicos para llevar adelante un proyecto.

La formación integral del alumnado pasa por la amplitud, calidad y variedad de situaciones de aprendizaje experimentadas, por lo que resulta imprescindible tener en cuenta este principio en la reestructuración de los grupos. La orientación de la profesora, en este sentido, hacia sus alumnos y alumnas no debe entenderse como una imposición ni una rigidez de criterio. Como animadora de las situaciones de enseñanza/aprendizaje que se producen en el aula, hace comprender la importancia de enriquecer sus experiencias formativas tanto en el campo del establecimiento de nuevas relaciones interpersonales, cambiando la composición de los grupos, como en el desempeño de nuevas y variadas tareas, adjudicándoles responsabilidades no asumidas hasta el momento.

La tarea más importante de todo profesor o profesora en esos momentos será que ninguno de sus alumnos o alumnas se sienta rechazado por los demás compañeros si no posee alguna habilidad específica o por presentar rasgos diferenciales de los demás. El profesorado habrá de tener especial cuidado si se produce la falta de integración de algún chico o chica en

el grupo o ante la persistencia de estereotipos grupales como el que los grupos sean sólo de chicas o sólo de chicos, el que se agrupen únicamente por la amistad o sus intereses del momento, etc.

El profesorado debe poseer habilidad suficiente para animar a los alumnos a expresar libremente sus opiniones y manifestar críticas constructivas. Asimismo, debe poder aportar recursos para que el alumnado acepte la crítica de los demás y actúe de forma autónoma hacia la solución de los problemas de comunicación e interrelación mutua. De este modo, el aula-taller de Educación Tecnológica se convertirá en un óptimo campo de aprendizaje para actuar siempre con profundo respeto hacia los demás, independientemente de las diferencias individuales que marcan la diversidad y pluralidad en los hombres y mujeres de nuestra sociedad.

En próximas unidades didácticas se expresarán técnicas y estrategias de dinámica de grupo que ayudan al profesorado a cumplir con eficacia esta labor dinamizadora y motivadora del trabajo en equipo.

VI. Entre máquinas y herramientas

La pistola termoselladora

En este documento, así como en el documento de vídeo, se ha hecho referencia a ella y se ha mostrado y utilizado como material de unión la cola termofusible. Ya se ha explicado anteriormente que se trataba de material plástico que permite fácilmente su fusión (aproximadamente 380° F) y que al solidificarse de nuevo actúa como aglutinante entre los materiales que se pretendía pegar.

** Para poder aplicar la cola termofusible es preciso disponer de un dosificador adecuado. Este dosificador es una de las herramientas que primero utilizan los alumnos y una de las más empleadas en las aulas de Educación Tecnológica. Le dedicaremos especial atención en este capítulo de «Entre Máquinas y Herramientas».



1. Descripción

Existen muchos modelos diferentes de dosificadores de cola termofusible, pero la mayoría presentan características comunes a las que se muestran en la figura.

Tienen forma de pistola, con una boca circular para introducir las barras de plástico fusible, y una boquilla con forma de embudo, metálica, normalmente intercambiable, por la que se aplica la cola. Muchos modelos disponen de un gatillo que cuando se presiona acciona los mecanismos que empujan la barra de cola para dosificarla. En los modelos que carecen de este dispositivo la cola se empuja con el dedo pulgar, al tiempo que se sujeta con el resto de la mano la pistola.

El procedimiento que se utiliza para la fusión de la cola es el de hacerla pasar por el interior de un depósito cilíndrico envuelto en una resistencia eléctrica. Se trata, por tanto, de una herramienta eléctrica que dispone, además de los mecanismos descritos anteriormente, de un cable eléctrico y enchufe a la red, y un circuito eléctrico interno muy sencillo, compuesto de conductor y resistencia.

No suelen llevar incorporado interruptor y funcionan correctamente en un amplio rango de voltaje (de 100 a 220 V) con una potencia aproximada de 40 W.

En las fotografías de la figura puede observarse el despiece de un modelo que lleva incorporado gatillo, y detalles del depósito recubierto por la resistencia eléctrica.

2. Funcionamiento

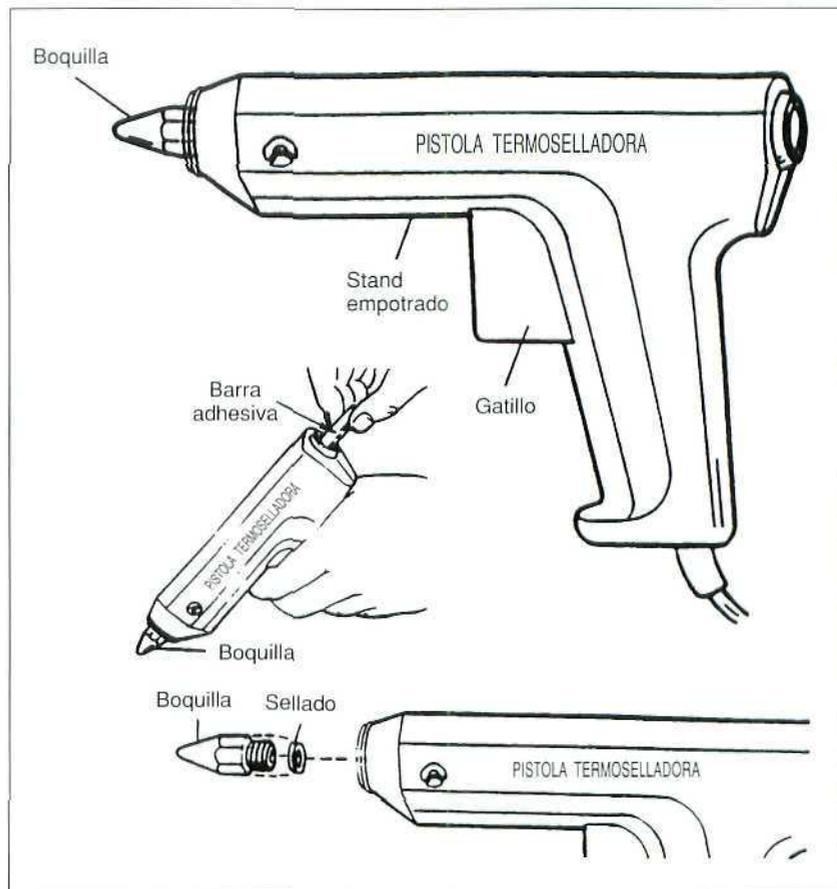
Se enchufa la pistola en una toma de corriente de red a 120 o 210 voltios AC y se deja reposar unos 5 minutos para que la resistencia alcance la temperatura óptima de trabajo (unos 180 °C). La herramienta funciona desde el primer momento en que se enchufa, por lo que desde este instante debe guardarse precaución en su uso.

Se introduce una barra de cola termofusible, como se muestra en la figura de la página anterior. Las barras de cola fusible son cilindros con unas dimensiones de 11 mm de diámetro y una longitud de 20 cm. Conviene, según la operación que se realiza, cortarlas por la mitad (unos 10 cm) para evitar molestias de manejo con la parte sobrante. Existen dosificadores más pequeños que emplean barras de menores dimensiones, pero no son de demasiada utilidad para *pegar zonas extensas o trabajar durante períodos prolongados*.

Una vez caliente el dosificador, se aprieta el gatillo y se reparte la cola fundida que sale por la boquilla, según las necesidades de los materiales o de las superficies a unir. Cuanto más se pulsa el gatillo, más cola sale por la boquilla. Cuando la cola deja de salir se suelta el gatillo para que recupere su posición original y vuelve a apretarse si se precisa de más cola. Cuando al apretar el gatillo ya no sale cola, se introduce una nueva barra. Al terminar de aplicar la cola se suelta el gatillo y se deposita la herramienta.

La mayoría de dosificadores llevan empotrado un dispositivo muy útil para apoyar de forma correcta la pistola sobre la mesa de trabajo. Para ello se gira este dispositivo desde la posición de retirada de trabajo hasta la posición de sujeción. Es aconsejable colocar debajo de la boquilla algún material inservible para prevenir los posibles daños en la superficie de apoyo producidos por pequeñas cantidades de cola fundida que suelen caer. Obsérvese a tal efecto la figura.

Se pueden encontrar en el mercado diferentes clases de colas fusibles que se distinguen por su diferente color y translucidez / opacidad. En realidad la diferencia entre estas colas se fundamenta en su distinta velocidad de solidificación:

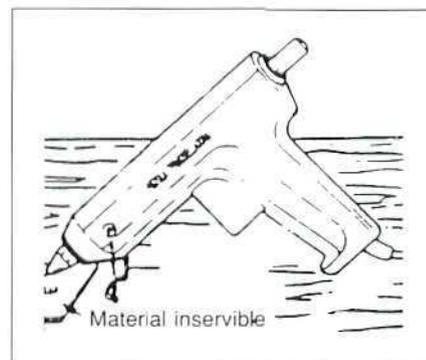




Las colas de fusión rápidas se solidifican casi inmediatamente, en 30-45 segundos. Las dos superficies que hay que unir se presionan durante unos 15 segundos y en un minuto su unión ha conseguido el 90% de su efectividad.

Las colas fundidas de pegado lento permiten trabajar en un espectro de tiempos más amplio y se solidifican entre los 90 y 120 segundos. Para su unión, las partes se deben mantener presionadas unos 30 segundos y se sujetarán unos dos minutos hasta que la unión sea eficaz.

El uso de una u otra cola dependerá del tipo de materiales que se deben pegar o de la extensión y formas de las superficies de la unión. Al respecto conviene algunas precisiones que amplíen lo comentado en el documento de vídeo.



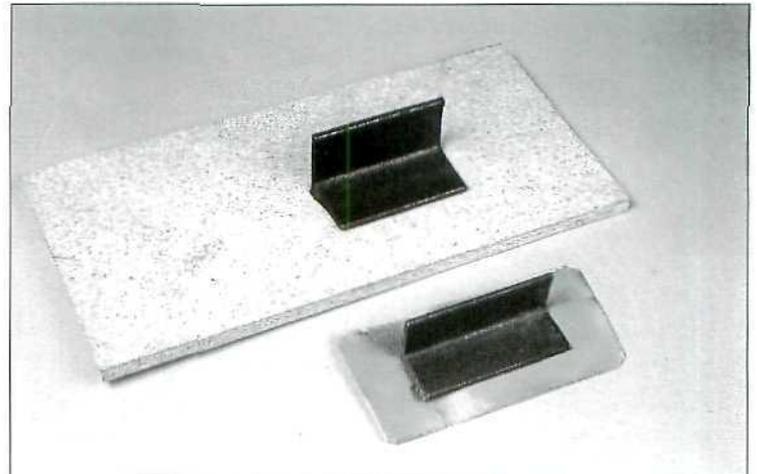
a) Pegado de superficies extensas (madera, porcelana, cartón, P.V.C. termorresistente y materiales porosos)

Aunque en estos materiales el pegamento se enfría progresivamente, hay que tener en cuenta que capas de cola delgadas y extensas solidifican muy rápidamente, aun en colas de pegado lento. En estos casos hay que optar por engrosar la capa de cola aplicada. Suele dar mejor resultado distribuir la cola en varias gotas o montículos que al presionar las superficies una contra la otra se expanden y reparten uniformemente.

En las capas de papel y cartón hay que prever que al presionar sobre las finas superficies con la mano se pueden sufrir quemaduras. Además, una distribución no uniforme de la cola puede deformar las superficies o presentar acumulaciones entre ambas capas al solidificarse.

b) Pegado de superficies metálicas

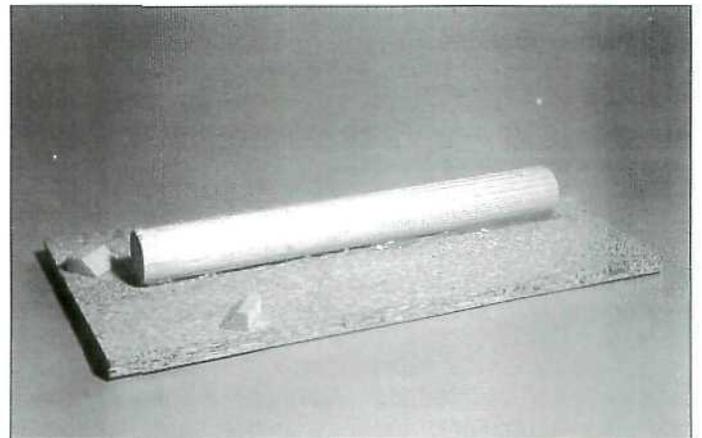
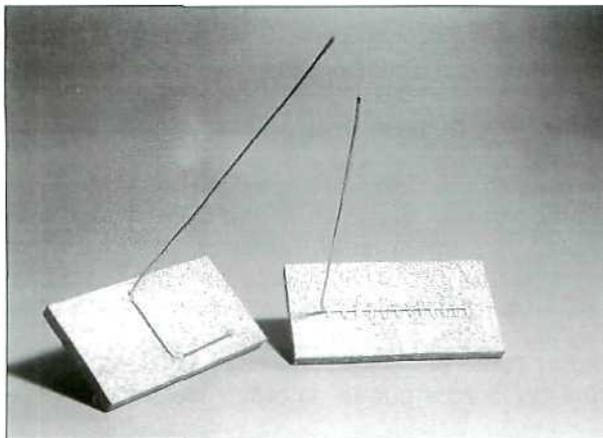
Los metales, como el hierro, el cobre o el aluminio, son excelentes conductores del calor, por lo que la cola fusible tiende a enfriarse y solidificarse rápidamente, dificultando la unión de las piezas. En estos casos siempre conviene colocar primero la cola en la superficie menos conductora y aumentar la cantidad de cola. Si ambas superficies son metálicas y muy extensas, puede ser conveniente distribuir la cola en gotas grandes y retirar después las sobras que fluyan por los extremos. Da también buen resultado calentar previamente las piezas que se desea unir. Basta colocarlas un tiempo al sol o sobre una fuente de calor para que se facilite la adherencia. Obsérvese la unión de estos materiales en la figura.



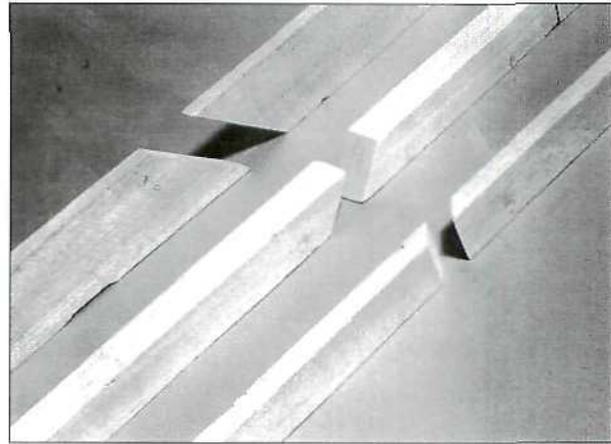
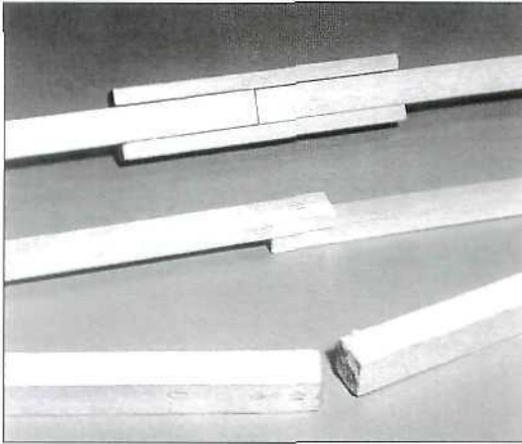
c) Características de la unión según la forma de los materiales y los esfuerzos a los que se somete

Cuando las superficies que se han de unir son muy pequeñas, o sus formas no se acoplan tan bien como lo harían las superficies planas, o la unión recibe esfuerzos tendentes a separarla, debe recurrirse a procedimientos específicos.

En uniones de superficies esféricas o cilíndricas contra otras planas, se precisan cuñas con el propio pegamento o con otros materiales para que eviten que al hacer fuerza sobre las piezas éstas no rueden y se separen.



Al pegar alambres para que se mantengan verticalmente sobre una superficie plana se hace preciso extender la zona de contacto del alambre con la base a la que se une mediante plegados del mismo. Lo más efectivo, si lo permite el espacio de las piezas y la función del alambre, es dejar el extremo del alambre en forma de línea espiral en un solo plano. Cuanta mayor longitud tenga mejor se equilibrarán las tensiones que sufra la zona de unión.



La unión de listones por sus extremos suele ser conflictiva, ya que normalmente tienen poca superficie de contacto para poder ser pegados y además deben sufrir importantes cargas de flexión y torsión. En el documental del vídeo se han podido observar distintos procedimientos para unir los listones: biselarlos, unirlos superponiéndolos o colocar piezas adosadas que refuercen la unión.

Cuando no es posible ninguno de estos procedimientos, puede recurrirse a perforar los extremos de los listones e introducir en las perforaciones, además de suficiente cola, alguna pieza que actúe como cojinete de unión entre ellas y permita resistir fuerzas de flexión y torsión una vez enfriada.

d) Materiales deformables con la temperatura

Existen muchos materiales que se deforman con el calor (P.V.C., poliuretanos, espumas,...). En estos casos no suele ser adecuado el pegamento termofusible, a menos que no se utilice con el propósito de fundir los materiales y solidificarse con ellos. Este uso es el utilizado en la unión de espumas para trajes o modelado de la espuma.

3. Normas de seguridad

Aunque la herramienta pueda producir quemaduras graves, se ha demostrado que, siguiendo estrictas normas de seguridad, puede ser utilizada por alumnos a partir de los 11 años en adelante. Para ello es preciso educarlos en el principio de leer siempre las instrucciones de los documentos que acompañan a las herramientas. A continuación se muestra una copia de uno de los folletos que se adjuntan a un dosificador comercial. Antes de su uso deben tenerse presentes las indicaciones que en él se muestran.

LEA TODAS LAS INSTRUCCIONES

PRECAUCIÓN: cuando se utilicen herramientas eléctricas, deberán seguirse siempre las instrucciones básicas de seguridad para reducir el riesgo de fuego, descarga eléctrica o daños personales.

1. MANTENGA LIMPIA EL ÁREA DE TRABAJO. Las áreas y las mesas de trabajo desordenadas invitan a las lesiones .
2. CONSIDERE EL ENTORNO DEL ÁREA DE TRABAJO. No exponga la herramienta a la lluvia. No utilice la herramienta en zonas húmedas o mojadas. Mantenga el área de trabajo bien iluminada.
3. MANTENGA A LOS NIÑOS ALEJADOS. Todos los visitantes deberán mantenerse alejados del área de trabajo. No deje que los visitantes tengan contacto con la herramienta o el cable.
4. GUARDE LAS HERRAMIENTAS QUE NO ESTÉ UTILIZANDO. Deberán guardarse en un lugar seco elevado o por encima de la vista, fuera del alcance de los niños.
5. UTILICE GAFAS DE SEGURIDAD.
6. NO ABUSE DEL CABLE. Nunca transporte la herramienta tirando del cable. No tire del cable para desconectar la herramienta. Mantenga los cables lejos del calor, el aceite o las esquinas puntiagudas.
7. NO QUIERA ABARCAR DEMASIADO. Mantenga el apoyo y equilibrio adecuados en todo momento.
8. DESCONECTE LAS HERRAMIENTAS cuando no se estén utilizando, antes del servicio o cuando se cambien los accesorios.
9. Se recomienda el uso de esta herramienta en interiores exclusivamente.
10. PERMANEZCA ALERTA. Vea siempre lo que está haciendo. Utilice el sentido común. No mantenga en funcionamiento la herramienta cuando esté cansado.
11. NO TOQUE LA BOQUILLA DE LA PISTOLA DE ENCOLADO CUANDO ESTÉ CALIENTE O LA COLA FUNDIDA CALIENTE. La temperatura de funcionamiento de este aparato es de 380°F.
12. NUNCA INTENTE UTILIZAR NINGÚN OTRO MATERIAL que no sea el adherente recomendado, el sellador o las barras en la pistola de encolado. Por ejemplo, no intente fundir pastel para dibujo o velas. Puede dar como resultados daños permanentes en la pistola.
13. No utilice la cola caliente fundida para sustituir pasadores estructurales.
14. El adherente utilizado con esta pistola de encolado empezará a reblandecerse a unos 140°F. No utilice la cola sobre objetos que vayan a estar sujetos a temperaturas de 140°F o superiores.
15. NO INTENTE QUITAR LA PORCIÓN NO USADA DE UNA BARRA DE COLA DE LA HERRAMIENTA.
16. Nunca intente forzar el enfriado de la pistola después de su utilización por medio de la inmersión de algunas de sus partes en agua o cualquier otro líquido. Permita el enfriado de la pistola sólo con aire.
17. Supervise el uso de esta pistola por niños menores de quince años.
18. No deje la pistola de encolado enchufada o en condiciones de calentado desatendida.
19. LA PISTOLA DE ENCOLADO ESTÁ ENCENDIDA TAN PRONTO COMO SE ENCHUFA.
20. ASEGÚRESE SIEMPRE DE QUE LA PISTOLA DE ENCOLADO SE HA ENFRIADO ANTES DE GUARDARLA.
21. NO DEJE LA PISTOLA DE ENCOLADO APOYADA LATERALMENTE; *podría dar como resultado el reblandecimiento y doblamiento de la cola y podría producirse un fallo mecánico.*
22. CUANDO NO LA ESTÉ UTILIZANDO NO DEJE LA PISTOLA DE ENCOLADO ENCHUFADA DURANTE UN LARGO PERIODO DE TIEMPO.
23. SI LA PISTOLA FALLA AL BOMBLEAR CUANDO SE HA CALENTADO sin haber sido utilizada durante un largo periodo de tiempo, coja una nueva barra y empújela de forma manual forzando la cola a salir por la boquilla.

GUARDE ESTAS NORMAS DE SEGURIDAD PARA SU USO EN EL FUTURO

VII. Lecturas comentadas. Bibliografía

Durante la realización de sus proyectos en Educación Tecnológica, los alumnos se ven en la necesidad de acudir a múltiples fuentes de información.

Mientras investigan y procesan adecuadamente información que aporte recursos para resolver los problemas tecnológicos planteados, van adquiriendo un bagaje que les permite ser **autónomos** y **creativos**.

Son muchos los profesores y profesoras que se proponen, ante la demanda de sus alumnos, buscar documentación bibliográfica adaptada a sus características y la aportan a las bibliotecas de aula en sus centros.

Aprovechando este lógico interés, en este apartado se propondrán algunas fuentes bibliográficas que, sin ser libros de texto, suministren los citados recursos de documentación, necesarios para el desarrollo correcto del proceso de resolución de problemas tecnológicos.

Dado el contenido de esta Unidad Didáctica y la naturaleza de las propuestas de trabajo que se han planteado, proponemos en este capítulo analizar la obra, de carácter elemental, que ofrece la editorial SM, una traducción del original de la colección «El Joven investigador», dirigida por Terry Jennings:

«ESTRUCTURAS»

Terry Jennings

Colección «El Joven Investigador» nº 7

Educación Didáctica S.M.

Madrid (1986)

Se trata de uno de los libritos que forman parte de esta conocida colección que pretende introducir de forma muy elemental y práctica a alumnos desde los 10 años en el mundo de la ciencia y la tecnología.

En el índice puede adivinarse ya la filosofía de presentación de los contenidos: dos bloques de información claramente diferenciados con sendos capítulos de actividades prácticas y de experimentación para cada uno de ellos.

En el primero se realiza una presentación, a través de los 8 primeros capítulos, en la que se definen de forma significativa las estructuras: se plantea el hecho de que estamos rodeados de estructuras diversas y complejas a las que nos hemos acostumbrado de tal manera que no las tenemos presentes como tales. Así, un recorrido por los esqueletos externos de los invertebrados, o por las estructuras óseas de los vertebrados, o a través de los múltiples tubos leñosos del tronco de un gran árbol, el lector va relacionando formas y soluciones estructurales, ya percibidas, con los conceptos y cuestiones que investiga en el desarrollo de las propuestas de trabajo en el aula.

En este mismo bloque se presentan los elementos básicos de las estructuras fabricadas por el hombre: los cimientos, los muros y las cubiertas o tejados. Con un lenguaje sencillo, bien adaptado a niños y niñas que comienzan en el trabajo del área, plagado de ejemplos propios del entorno de los alumnos y alumnas, aparecen las técnicas y procedimientos constructivos para la realización de las estructuras que conforman los edificios. Ningún párrafo del libro deja de estar acompañado de una ilustración ejemplificadora; la mayoría basada en fotografías de estructuras reales.

El segundo bloque, también profusamente ilustrado, está dedicado al tratamiento de estructuras singulares: puentes, carreteras, edificios de gran altura, grúas y presas. Para cada uno de ellos se plantea una descripción funcional, atendiendo a las necesidades a las que responde su construcción, y una descripción estructural, haciendo mención a aspectos tales como tipología, elementos constituyentes, técnicas constructivas empleadas en su fabricación, cargas y esfuerzos a los que están sometidas y soluciones técnicas que les permiten resistirlas.

Quizás lo más interesante de este librito se halla al final de cada uno de los dos bloques: un conjunto de cuestiones sobre la información presentada y una serie de propuestas de trabajo sugestivas y sencillas que ayudan al lector o lectora, no sólo a recordar lo leído sino a investigar y llegar más allá a través de la acción y experimentación propias.

En un apretado repaso por esta batería de actividades, observamos que se invita al lector a preguntarse, a modo de autoevaluación(¿Te acuerdas?) cómo se construye un ladrillo, por qué se ponen tirantes los muros, cómo consiguen su solidez los puentes de arco fabricados con ladrillos, porqué un faro tiene forma redondeada o cuáles son las principales partes de un puente colgante, entre muchas otras y variadas preguntas, en un ir y venir sobre el recuerdo de la información presentada.

Además, en «Cosas para Hacer» y «Experimentos», se invita a pensar con las manos: Un conjunto diversificado de propuestas de investigación que van desde el coleccionismo de conchas y sellos sobre los que observar estructuras singulares, pasando por la confección de grandes y resistentes maquetas de edificios utilizando únicamente rollos de papel de periódico; la experimentación de la solidez de un muro según la técnica de edificación empleada, usando piezas de juegos de construcción, o la confección de una maqueta de puente voladizo, hasta la experimentación de la resistencia de materiales tan débiles como el papel, una vez convertidos en perfiles estructurales con los oportunos pliegues y enganches. Ejemplos concretos de estas propuestas son las que se le exponían en la presentación de esta Unidad Didáctica, cuando se le pedía que explicitase sus conocimientos previos sobre estructuras; los sencillos problemas que se planteaban están extraídos de esta interesante obra.

El libro se despidе con un escueto glosario, suficiente para dotar de significado los conceptos nuevos que el joven lector puede encontrar en él.

En definitiva, este librito le ofrece una información secuenciada y adaptada a las necesidades de los alumnos y alumnas primerizos en el área de la Educación Tecnológica, que se enfrentan a propuestas de trabajo relacionadas con las estructuras resistentes.

Para los profesores y profesoras supone un interesante recurso didáctico, ya que traslada a un lenguaje básico y en un entorno elemental los contenidos de esta Unidad Didáctica y les permite experimentar con sus alumnos y alumnas sobre todo lo que en ella se expone, valorando en la práctica curricular la eficacia de los procesos educativos que se han propuesto para la formación integral de los estudiantes. Este modelo de investigación-acción en las aulas por parte del profesorado incurre de forma positiva en su proceso de formación permanente y en el favorable desarrollo del propio currículum educativo.

Para que pueda valorar mejor la utilidad de esta herramienta de trabajo bibliográfico, las figuras le muestran el contenido de las páginas del libro que aportan información sobre puentes. Con seguridad, que de ellas podrá extraer información e ideas que le ayudarán a resolver la propuesta de trabajo que se le planteaba en ese capítulo del Curso.

VIII. Glosario

- BOCETO. Apunte, esquema o exposición hecha sólo con los rasgos o datos principales de cualquier cosa.
- BORNE. Pieza saliente, en forma de botón o varilla, a la que se sujetan los extremos de los cables eléctricos en las máquinas y utensilios.
- CADENA. Objeto formado por piezas, generalmente metálicas, enlazadas entre sí pasando la una por la otra, de modo que el conjunto resulta articulado.
- CELULOSA. Sustancia orgánica que se halla formando la pared de todas las células vegetales. Se obtiene industrialmente, sobre todo de la madera, el algodón y otras fibras. Es la materia prima para fabricar papel, películas y seda artificial.
- CIZALLA. Tijeras grandes o máquina para cortar planchas de metal en frío.
- CONTRACHAPADO. Pieza de madera formada por tres o más hojas delgadas, unidas con las fibras contrapuestas.
- DINAMÓMETRO. Aparato para medir fuerzas.
- DISEÑO. Dibujo hecho sólo con líneas para representar algo con poco detalle.
- ENSAMBLAR. Unir dos piezas haciendo encajar partes salientes de la una en partes entrantes de la otra.
- EQUILIBRIO. Estado de inmovilidad o inacción de un objeto sometido a la acción de fuerzas o influencias que se compensan por ser de la misma intensidad y obrar en sentido opuesto.
- ESCUADRA. Pieza con dos lados en ángulo recto con que se refuerzan las uniones en ángulo de cualquier estructura.
- ESTABILIDAD. Permanencia en un estado determinado. Equilibrio.
- FUNDIR. Convertir un sólido en líquido calentándolo.
- GRAPA. Pieza de alambre con las dos puntas dobladas en la misma dirección, que se emplea para mantener juntas varias partes o piezas de un objeto.
- INTERRUPTOR. Utensilio que sirve en un circuito eléctrico para interrumpir o dejar pasar la corriente.
- JULIO. Unidad de trabajo.
- MADERA DE AGLOMERADO. Tablero formado por la unión de fragmentos de madera con un aglomerado como la cola.
- MANIVELA. Asidero o empuñadura que tienen algunas ruedas u otros mecanismos que se hacen girar a mano.
- MAQUETA. Proyecto o reproducción exacta en tamaño reducido de un monumento, edificio o barco.

- MECANO. (Del nombre comercial registrado MECANO). Juguete a base de piezas generalmente metálicas y atornillables, con las que pueden componerse diversas construcciones.
- MOTOR. Máquina que produce movimiento.
- MOTRIZ. Que produce movimiento.
- NEWTON. Unidad de fuerza. Abreviadamente N.
- PALANCA. Barra que, apoyada por un punto sobre el cual puede girar, sirve para levantar con uno de sus extremos un peso mediante una fuerza aplicada al otro extremo.
- PANDEO. Combado aplicado a cosas como paredes, vigas, pilares o alineaciones que forma por defecto una curva.
- PERFIL. Cada una de las figuras que contiene el corte transversal de las barras de acero que existen en el mercado. En educación tecnológica se refiere a las reproducciones en papel, cartulina o cartón que se construyen imitando a las anteriores.
- PESTAÑA. Parte saliente y prolongada en el borde de una figura.
- PILA ELÉCTRICA. Generador de electricidad en el que ésta es producida por la acción química de una sustancia sobre otras.
- PILAR. Poste o columna que sostiene o sirve de apoyo a una techumbre, un arco o una bóveda.
- PIÑÓN. Rueda pequeña, dentada, que engrana con otra mayor. En particular, la rueda de la bicicleta acoplada a los pedales, que transmite el movimiento a la rueda mediante la cadena.
- PLATAFORMA. Pieza llana, generalmente de madera, que se utiliza como soporte para maquetas.
- PLANO INCLINADO. Superficie inclinada que se utiliza para elevar pesos con menos esfuerzos que si se hiciera verticalmente.
- POLIPASTO. Conjunto de dos grupos de poleas, uno fijo y otro móvil.
- POLIURETANO. Resina obtenida por condensación de poliésteres. Se caracterizan por tener una densidad muy débil.
- POTENCIA. Capacidad para producir un trabajo o efecto físico, medida por la cantidad de ese trabajo o efecto producido en la unidad de tiempo.
- PRESIÓN. Fuerza ejercida por unidad de superficie.
- REFORZAR. Consolidar. Poner una pieza u otra cosa a un objeto para hacerlo más fuerte.
- RESISTENCIA. Fuerza que se opone a una fuerza activa. Por ejemplo el peso que se levanta con una polea.

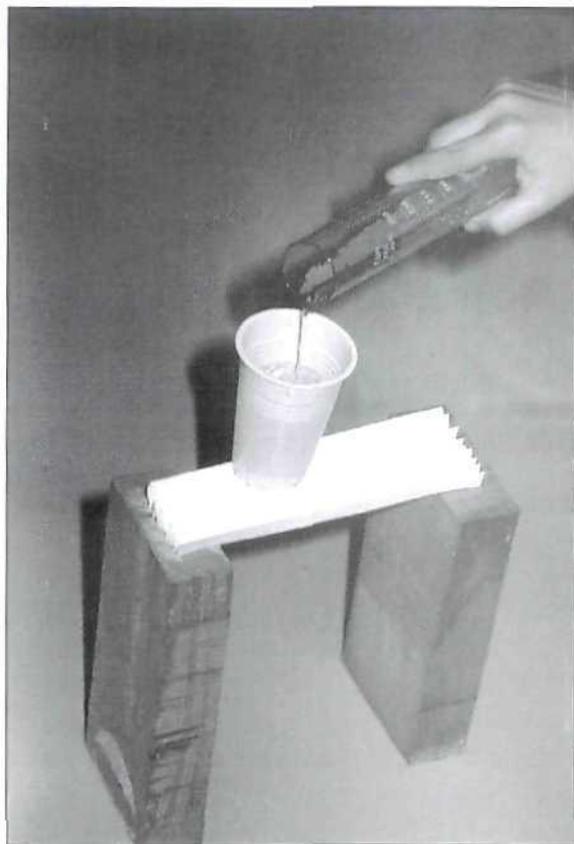
- RESULTANTE. Fuerza o vector que resulta de la composición de otros.
- ROZAMIENTO. Resistencia opuesta al movimiento por el roce del cuerpo que se mueve con el aire u otra cosa.
- TERMOFUSIBLE. Se aplica a un objeto que se funde por la acción del calor.
- TIRANTE. Cuerda o alambre con la que se sujeta una cosa, por ejemplo un poste, para que se mantenga vertical o en la posición conveniente.
- TORNO. Máquina constituida por un cilindro al que se hace girar mediante una manivela, con lo cual se va enrollando en él una cuerda que arrastra el peso que se quiere elevar o aproximar.
- TÓXICO. Se aplica a las sustancias venenosas.
- TRIANGULACIÓN. Disponer las piezas de una armadura de modo que formen triángulos.
- VARILLA. Barra larga y delgada.
- VECTOR. Segmento dotado de longitud, dirección y sentido.
- WATIO. Unidad de potencia.

IX. Solución a las actividades planteadas

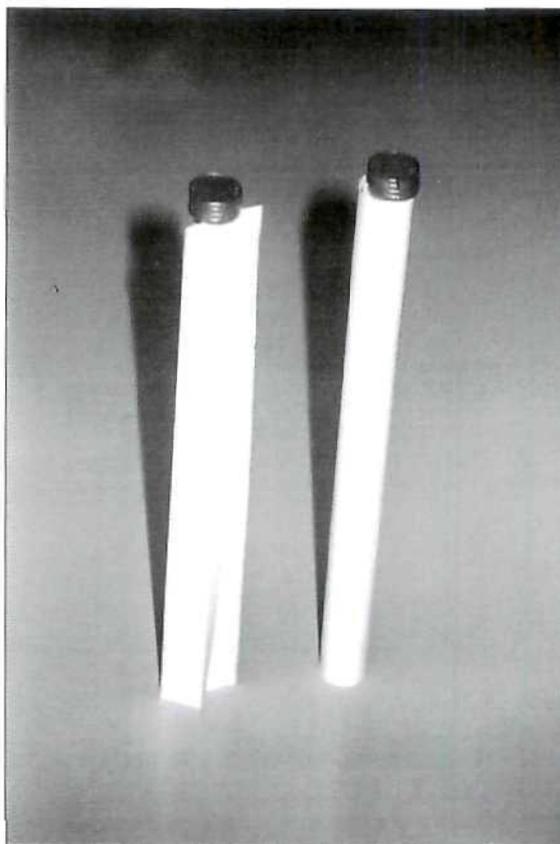
Conocimientos previos

Estas pueden ser algunas de las soluciones a las situaciones que se planteaban al inicio de la unidad didáctica para contrastar aquellos conocimientos que ya poseemos sobre el contenido que ésta nos presenta.

Situación A.



Situación B.



Un simple pliegue del papel le proporciona rigidez para aguantar las monedas.

Observe los pliegues dados al papel para que la estructura de la plataforma soporte el peso.

Situación C.

El papel, enrollado en forma de barra cilíndrica compacta, resiste la tensión producida por el peso de una botella llena de agua (1,5 litros) mayor que la que se nos proponía en un principio.

**Actividad 1**

Apt. 1. Casos 1 y 4 muestran fuerzas de tensión

Casos 2, 3, 5 y 6 muestran fuerzas de compresión.

Apt. 2. Habrá comprobado que el perfil que soporta una mayor carga, es decir, resiste mejor las fuerzas de compresión, es el circular.

Apt. 3. La barra de espuma sufre fuerzas de flexión. La distancia entre los puntos A y B disminuye, mientras que aumenta entre los puntos C y D a medida que aumentamos los pesos.

Actividad 2

Compruebe que la estructura que soporta mejor la acción de las fuerzas que se ejercen es la triangular.

Actividad 3

El uso de la pieza colocada en diagonal en la estructura ha permitido «triangularla», con lo cual se ha optimizado su resistencia a las fuerzas que se ejerzan sobre ella.

Lo mismo ocurre si añadimos a las estructuras la componente escuadra. La rigidez de la estructura aumenta considerablemente.

Actividad 4

Tanto en el caso b) como en el c) el número de monedas que puede soportar la plataforma sin deformarse es ostensiblemente superior al de la figura a). El arco es uno de los componentes arquitectónicos más usados como solución para dotar a las estructuras de resistencia a las fuerzas de flexión.

Actividad 5

Observará que al colocar tensores a la plataforma arqueada, ésta aumenta su resistencia a deformarse, lo que nos permite ejercer mayor fuerza.

Actividad 6

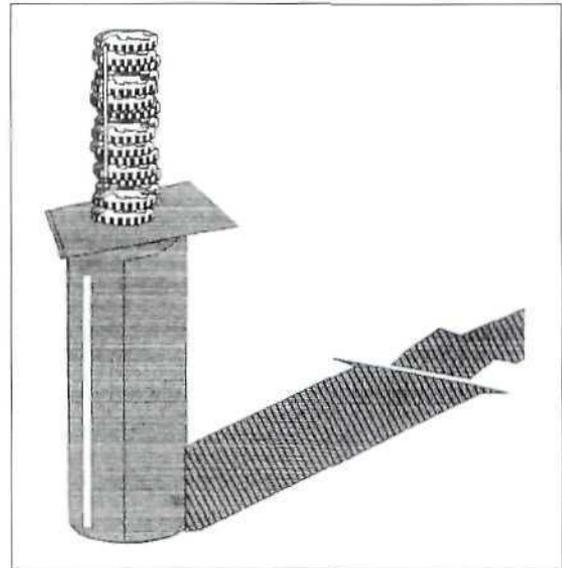
Para resolver la construcción de esta estructura se tiene en cuenta que actúa sobre el cilindro de cartón como si fuera una palanca. Al no poder unirse la estructura a la columna que la sostiene ni ésta al suelo, la combinación de las fuerzas de cada elemento debe dar como resultante una fuerza que equilibre todo el conjunto.

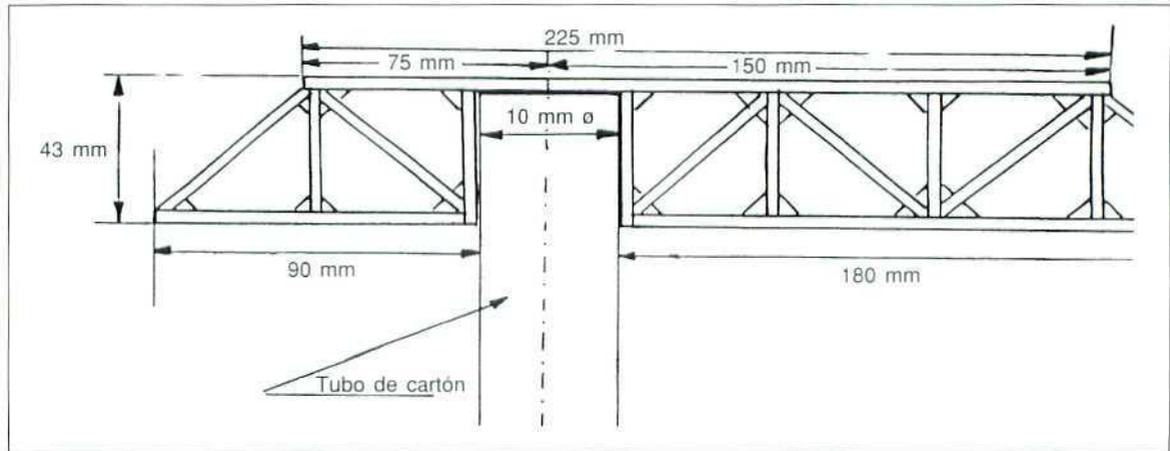
Además, se aplica todo lo expresado sobre estructuras rígidas y su resistencia a los esfuerzos. Se elige como forma básica la triangular, reforzada con cartelas o escuadras en las zonas de unión.

A continuación se muestra una de las soluciones, de entre las muchas posibles, con algunos comentarios sobre el proceso de diseño y construcción.

Se parte de los materiales indicados en el enunciado. Previamente se elaboran las varillas de papel siguiendo el procedimiento ya explicado en la primera Unidad Didáctica de esta serie.

También sobre cartón se confecciona, una silueta de la estructura para ayudar en la colocación de las varillas. La función de este dibujo es actuar de «molde» para evitar movimientos inoportunos o descentramientos a la hora de pegar las varillas.





Estructura de varillas de papel.



A continuación se van pegando las varillas siguiendo la estructura dibujada. Las varillas pueden juntarse entre sí utilizando como uniones varillas más delgadas.

En este caso se utiliza pegamento plástico termofusible, ya que su rápida acción para fortalecer la unión y rellenar los huecos entre los extremos de las varillas lo hace el más indicado.

Completada la colocación de las varillas, utilizando aún el molde, se colocan las cartelas en las uniones para conseguir la mayor rigidez del conjunto.

Finalmente se separa la estructura del cartón que ha servido de guía para su elaboración. Con dos clips o con alambre se construyen dos ganchos para poder colgar de cada uno de los extremos de la cercha el peso que proponía el enunciado de la actividad.



En este caso se han construido dos plataformas con tapones de plástico para que, a modo de platillos de una balanza, puedan sostener el peso previsto. Para este ejemplo se han utilizado monedas. En el platillo del brazo largo se coloca la mitad de monedas que en el corto (Recuérdese lo expresado sobre la palanca de primer género en la Unidad Didáctica anterior).

La estructura resultante se equilibra con el reparto adecuado de pesos. Si eliminamos parte de la fuerza de uno de los extremos o la aumentamos, la estructura se desequilibra y cae.

Si aumentamos adecuadamente y al mismo tiempo el peso en cada extremo de la estructura (manteniendo siempre la proporción del doble de peso en el brazo corto que en el largo), el conjunto es capaz de soportar esfuerzos mayores de los que se indican en el enunciado de la actividad.

Además, su condición de equilibrio permanece estable al ejercer pequeñas fuerzas que le afecten en sentido horizontal desde uno de los extremos, a pesar de que el centro de gravedad esté bastante alto y la superficie de contacto con el suelo sea relativamente escasa.

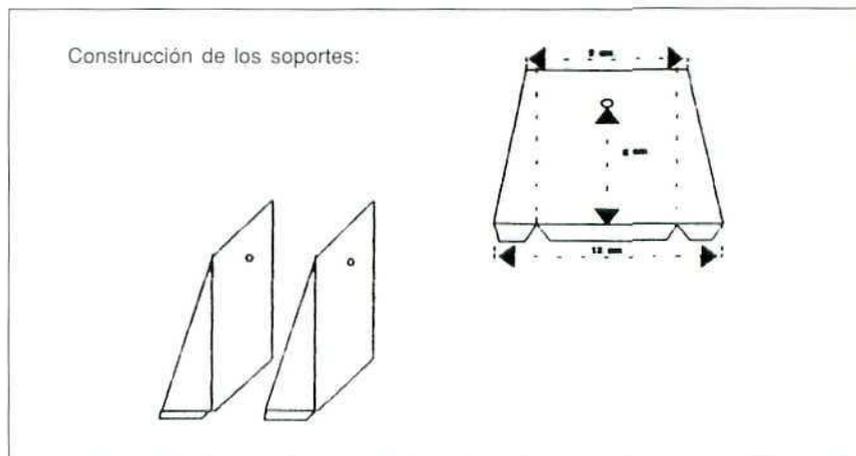
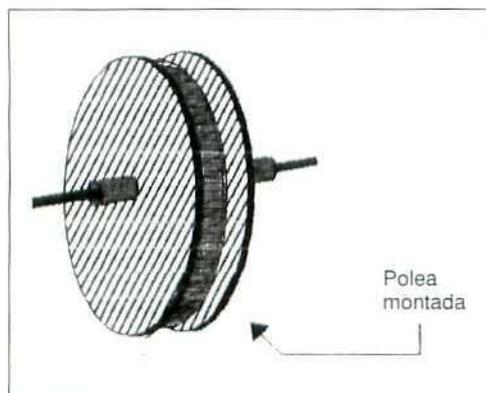
Actividad 7

Para la construcción se siguen los pasos que se han explicado anteriormente en la elaboración de poleas, aunque en este caso se ha propuesto la construcción de una como la que aparece en el documento de vídeo. Obsérvese que sus soportes están diseñados para sujetar el eje horizontalmente.

En primer lugar se dibuja el croquis para los soportes sobre cartón, a modo de plantilla.

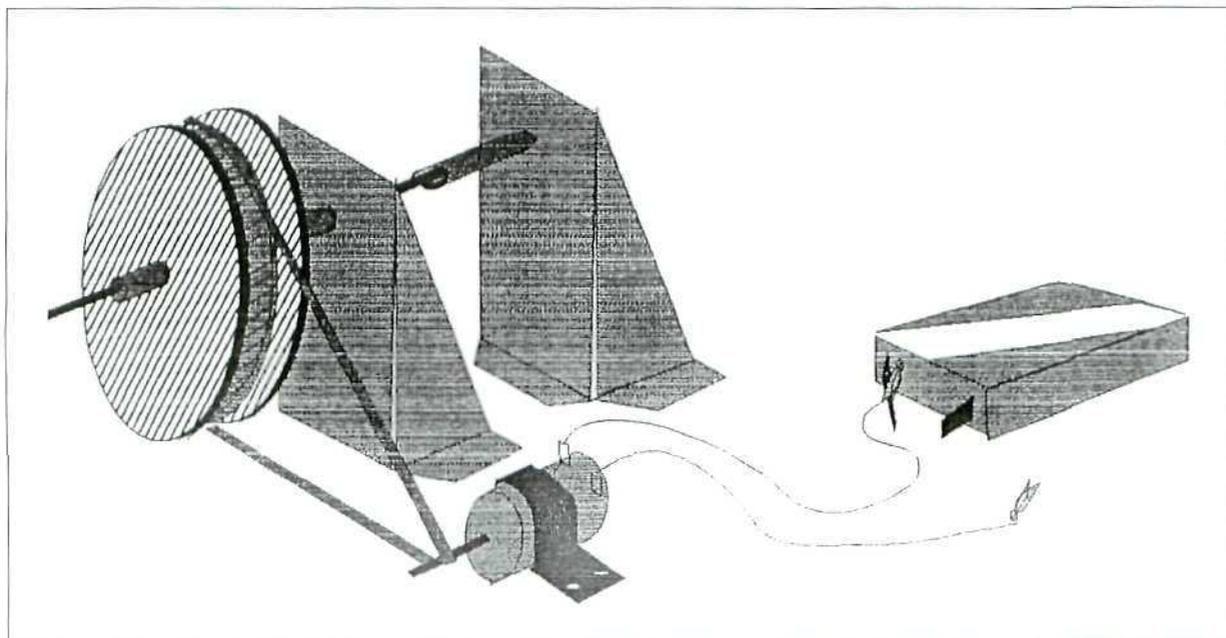
Se recortan, se pliegan y se pegan sobre la superficie que debe servir de soporte al conjunto.

A continuación se procede a construir el conjunto formado por la rueda acanalada y el eje, procurando para ello una tapadera de bote en material plástico de 11 cm de diámetro.



Soportes montados.

Los discos de cartón que se pegarán a la tapa en cada costado no deben superar el radio que permita a la polea girar libremente sin rozamiento, teniendo en cuenta las medidas de los soportes. En este caso se aconseja que el diámetro de los discos sea de 12 cm.



Montaje de motor eléctrico para transmisión de movimiento.

Se utiliza como eje una varilla cilíndrica de madera. Su diámetro debe tener la dimensión justa para evitar flexiones, pero que no produzca por exceso de grosor demasiado rozamiento. Se aconsejan en este caso diámetros entre 4 y 5 mm. Es conveniente disponer, además, de varillas huecas de mayor diámetro interior que el del eje para que actúen como pasadores y eviten el desplazamiento transversal del conjunto eje-polea sobre los soportes.

El pegamento termofusible es aconsejable para conseguir las uniones entre los discos y la tapa central, así como la del eje con ésta. La unión del eje puede reforzarse con piezas de cartón por la parte interior de la tapa.

El siguiente paso es el de montar el conjunto sobre los soportes, utilizando las varillas huecas convenientemente para ajustar el eje. Es el momento de calibrar de nuevo, si es necesario, los agujeros por los que pasa el eje y recortar la parte sobrante de éste en función de la distancia a que se han colocado los soportes

Con ello hemos completado la polea y su sistema de sujeción. Puede ahora montarse como sistema de tracción un motorcillo eléctrico (puede ser de un juguete ya en desuso) con lo cual la potencia que nos ofrece el eje del motor se verá aumentada en el eje de la polea, tal como se ha observado en el documento de vídeo y ya se ha explicado en esta Unidad Didáctica.

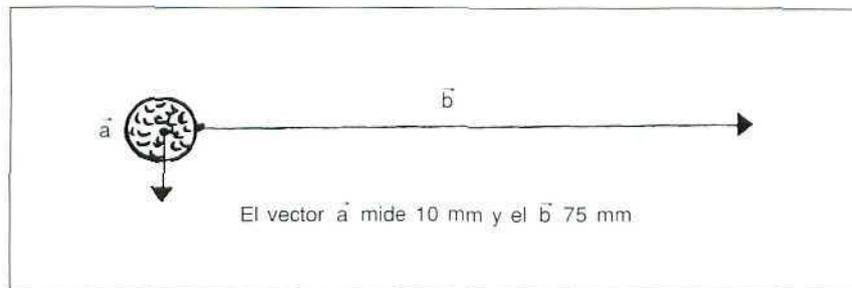
La conexión del motor a la pila eléctrica puede hacerse mediante cables eléctricos terminados en conectores fabricados con pinzas de aluminio (típicas pinzas de las usadas para sujetar el pelo).

Actividad 8

- Trazamos dos segmentos, A y B, tal como se representan en la figura.
- Las intensidades de las fuerzas \vec{A} y \vec{B} son iguales entre sí. Los sentidos en ambas fuerzas son opuestos, aunque las dos comparten la misma dirección.

La fuerza \vec{E} tiene dirección vertical y sentido hacia abajo. Siguiendo las convenciones cartográficas diríamos dirección N-S, sentido S.

La fuerza de mayor intensidad viene representada por el vector \vec{D} cuya longitud es la mayor (50 mm).



Actividad 9

a) $P = F \cdot V$;

$$V = P / F = 500 \text{ W} / 25 \text{ N} = 20 \text{ m/s}$$

b) La velocidad disminuiría a la mitad, siendo la fuerza actual el doble de la anterior.

$$V = P / F = 500 \text{ W} / 50 \text{ N} = 10 \text{ m/s}$$

Actividad 10

Aplicando la relación entre diámetros:

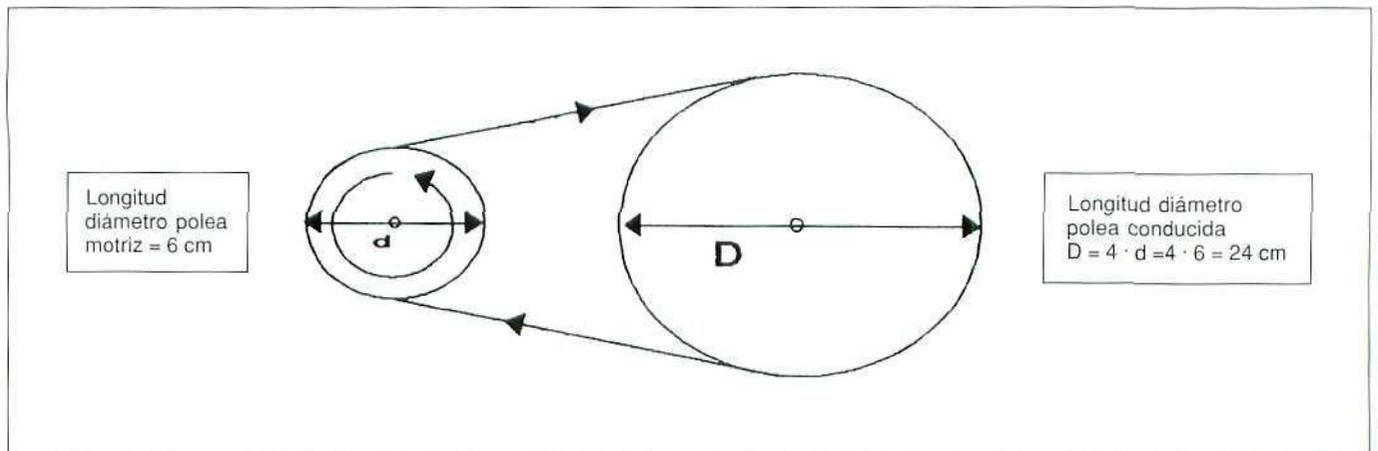
La proporción entre los diámetros se mantiene para las velocidades de los ejes.

$$\frac{\text{r.p.m. rueda motriz}}{\text{r.p.m. rueda conducida}} = \frac{D}{d}$$

$$\text{r.p.m. motriz} \cdot d = \text{r.p.m. conducida} \cdot D$$

$$\text{r.p.m. motriz} = \frac{\text{r.p.m. conducida} \cdot D}{100 \text{ r.p.m.}} = \frac{25 \cdot 24}{6} = d$$

O, lo que es lo mismo, en una relación de velocidades 1:4 la rueda conducida gira a 1/4 de r.p.m. que la motriz.



Actividad 11

a) En cada caso buscamos la relación de proporcionalidad entre ambos diámetros, dividiendo el diámetro de la polea conducida por el de la motriz. Se asigna el valor de 1 al numerador, y el cociente obtenido será el denominador de la relación de transmisión:

Caso A: $2 / 0,25 = 8$ R. Transmisión: $1/8$.

Caso B: $4 / 0,25 = 16$ R. Transmisión: $1/16$.

Caso C: $8 / 0,25 = 32$ R. Transmisión: $1/32$.

b) Se aplica la relación:

$$\frac{\text{r.p.m. rueda motriz}}{\text{r.p.m. rueda conducida}} = \frac{\text{Diámetro rueda conducida}}{\text{Diámetro rueda motriz}}$$

Luego:

Caso A:

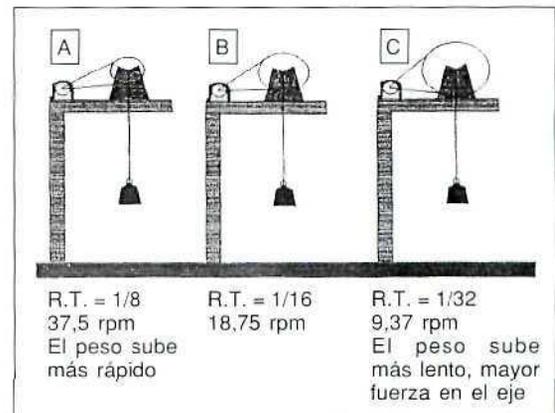
$$n_a \cdot 2 = 300 \cdot 0,25 ; n_a = \frac{300 \cdot 0,25}{2} = 37,5 \text{ r.p.m.}$$

Caso B:

$$n_b \cdot 4 = 300 \cdot 0,25 ; n_b = \frac{300 \cdot 0,25}{4} = 18,75 \text{ r.p.m.}$$

$$\text{Caso C: } n_c \cdot 8 = 300 \cdot 0,25 ; n_c = \frac{300 \cdot 0,25}{8} = 9,375 \text{ r.p.m.}$$

c) El peso sube con mayor velocidad en el caso de la polea conducida con diámetro menor (caso A), mientras que la polea que ejerce mayor fuerza en su eje es la conducida con mayor diámetro (caso C) y cuya velocidad de giro es la más reducida.



Solución a la actividad específica propuesta en «Manos a la obra»

Pueden darse muchas soluciones diferentes a la propuesta de construcción del sistema técnico planteado en la Actividad Específica, desde aquellas que utilizarían complicados mecanismos para transmitir el movimiento de un móvil a otro a aquellas relativamente sencillas, sin apenas complejidad alguna.

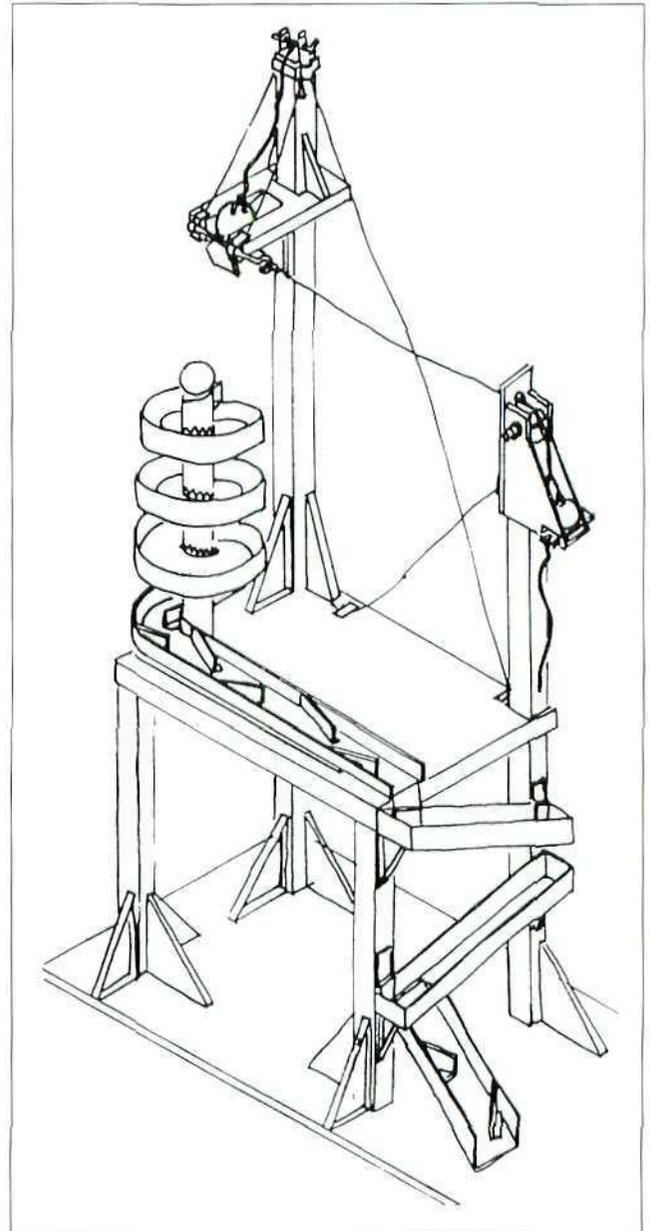
La solución que se plantea a continuación ha optado por la máxima simplificación de los elementos que transmiten el movimiento de un móvil a otro, y dedicar el *esfuerzo de diseño y construcción a aspectos relacionados con la aplicación práctica de todo lo referente a la teoría de estructuras que se ha explicado en la Unidad anterior y en la presente. No obstante, serán válidas todas aquellas soluciones que cumplan con las cuatro condiciones planteadas en la Actividad.*

1. Fase de diseño y planificación

La figura presenta un boceto de una idea inicial: El peso de una canica, al retirar la plataforma que la sostiene tirando de un cordel, tirará al mismo tiempo de un pasador que frena una segunda canica.

Ésta, debidamente atada a otro cordel que se desenrolla desde un torno, apunta directamente a la tercera canica, colocada en la parte más alta de un sistema de plataformas y rampas que la conducirán hasta el final del recorrido, retardando su desplazamiento el tiempo suficiente para que se cumpla la condición de que entre el arranque del primer móvil y la parada final del último transcurran más de 5 segundos.

Los pasadores que frenan los respectivos móviles no actúan como palancas y los materiales empleados en las estructuras de sostén son exclusivamente el papel, la cartulina y el cartón fino.



Como pegamentos se utilizan los más indicados para este tipo de uniones: el de contacto y el termofusible. Las herramientas básicas son las que se trataron en la primera Unidad en cuanto al corte y plegado de cartón y papel: tijeras y cuchilla. El cartón utilizado se recicla a partir de cajas de zapatos.

Durante el proceso de construcción se han realizado pequeñas rectificaciones en el diseño inicial de la estructura para conseguir el propósito indicado.

2. Fase de construcción

Se comienza por construir los prismas rectangulares que formarán los pilares de la estructura.

Se utiliza cartulina como material de construcción.

Las operaciones básicas son:

- a) Dibujo del desarrollo de los prismas de base cuadrada.
(2 piezas de $93 \times 3 \times 3$ cm; 2 piezas de $32 \times 3 \times 3$ cm).
- b) Corte de los desarrollos, utilizando regla dura y cuchilla.
- c) Plegado de las piezas. Se ayuda con la punta de las tijeras para marcar la zona de pliegue y con el canto de la regla para realizar el plegado sin que se pierda la alineación del mismo.
- d) Pegado de las pestañas correspondientes. En este caso se utiliza pegamento de contacto, ya que el pegamento termofusible se endurece muy deprisa y dificulta la unión en pestañas de mucha longitud.

En la página siguiente, la figura muestra una secuencia de estas operaciones de forma gráfica. Recuerde las técnicas de corte y pegado de este tipo de materiales que se explicaron en la Unidad Didáctica 1.

Una vez realizada la construcción de los pilares, se pasa a montarlos en la plataforma que soporta las rampas helicoidales. Se utiliza para ello una tapadera de una caja de cartón de $32 \times 25 \times 3$ cm sin modificar.

Se pegan en dos esquinas opuestas las columnas más cortas (33 cm) utilizando las pestañas y los laterales de la tapadera para reforzar la unión.

A la tapadera se le practican sendas perforaciones cuadradas (31×31 mm) que coincidan en tamaño con la sección de las columnas más largas. Éstas se introducen por las perforaciones hasta una longitud igual a la de las otras dos columnas, para que quede nivelada la plataforma a cuatro pilares.

Provisionalmente, ya que será necesario mover la estructura en fases de construcción posteriores, se fijan las pestañas de los pilares a una plataforma de cartón o al tablero de trabajo mediante chinchetas o agujas gruesas.



1



2



3



4



5



7



6

Construcción de los pilares (secuencia).



A continuación se empieza a construir la columna cilíndrica que va a sostener la rampa helicoidal, conforme al diseño.

Para ello se dibuja el desarrollo de un cilindro de 5 cm de diámetro en su base y 37 cm de altura. Se recorta y pega como se observa en la figura.

Para que la cartulina mantenga una adecuada rigidez en el pegado se puede ayudar con un cilindro de cartón de los que se usan como portarrollos de papel de cocina.

En la primera Unidad Didáctica se presentaron diferentes formas de rampas y su construcción. Una de ellas eran la helicoidal: este tipo nos ayuda a alargar el recorrido de una canica, lo cual permite cumplir las condiciones de tiempo que nos impone la propuesta de la Actividad.

Los discos concéntricos que forman cada trozo de la rampa tienen el mismo diámetro interior que la columna cilíndrica a la que se adosan, y presentan un diámetro exterior de 11 cm, por lo que la anchura de la rampa queda en 3 cm.

Una vez dibujados, se recortan con las pestañas que se muestra en la secuencia de la figura y se pegan sucesivamente uno a otro y a la columna, eligiendo en el momento de la unión la pendiente que se desee, siempre dentro de los límites que imponen las dimensiones de cada pieza.



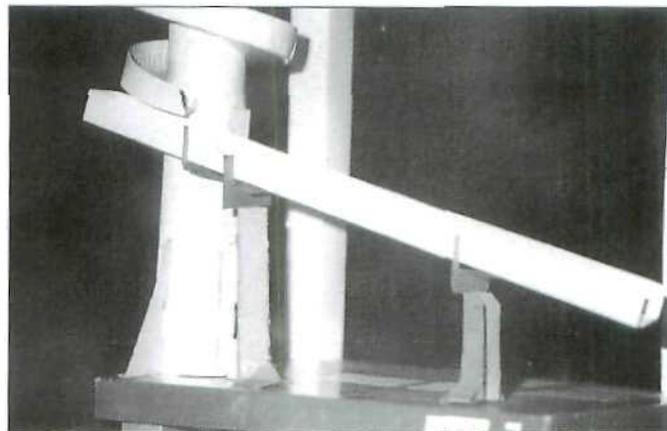
Finalmente, se recorta una cinta de cartulina de la misma longitud que la del total de la parte exterior de la rampa helicoidal y se pega a las pestañas que quedan para esta función.

Como puede observarse en la secuencia de fotografías, en esta ocasión se utiliza un adhesivo distinto al de contacto o termofusible. Se trata de un dosificador que reparte una fina película de pegamento en forma de cinta. Es el procedimiento más cómodo para este tipo de uniones en las que se necesita manipular durante largo tiempo los materiales y variar en ocasiones la primera posición en la que se habían dejado.



Con el fin de conectarla al extremo inferior de la rampa helicoidal, se construye otra rampa, de tramo recto y perfil en «┌┐» que trasladará el móvil hasta el final de la plataforma, dejándola caer en caída libre por una perforación hasta las siguientes rampas.

Los soportes de este tramo de rampa se confeccionan en cartón rígido. El superior, que une la rampa a la columna cilíndrica, se construye utilizando soluciones semejantes a las que hemos visto en el documento de vídeo en la primera de las máquinas presentadas. Los otros dos, que escalonan la altura de la rampa en forma de plano inclinado, son dos pilares construidos



Para unir la columna a la plataforma se construye un conjunto de 3 escuadras o cartelas.

Se les hace una perforación rectangular en la zona de sujeción a la columna; por ella se introduce una cinta de cartón que formará un anillo alrededor de la columna aportando mayor rigidez al conjunto.

Finalizada esta operación, puede ya pegarse todo el conjunto (columna con escuadras y rampa) a la plataforma. Se utiliza pegamento termofusible para que la unión sea rápida y forme cuerpo entre ambas estructuras.



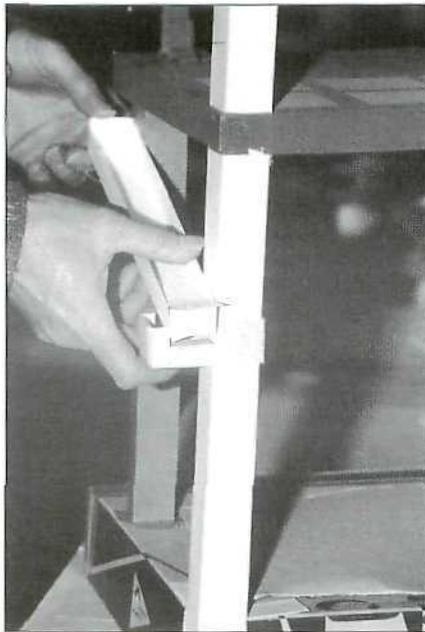
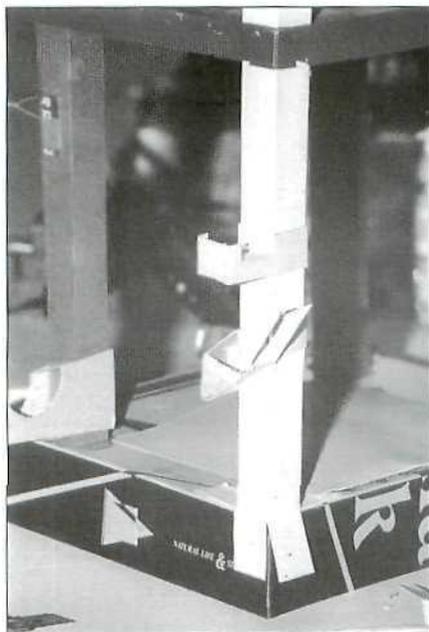


Con el fin de retardar la caída de la canica en el tramo de esta rampa recta, se adhieren a su fondo unos obstáculos en forma de ángulos de cartón que cortan en zig-zag la trayectoria de la canica, obligándola a alargar el camino y retrasar su desplazamiento.

Esta solución es una entre las muchas posibles para lentificar. Podrían haberse colocado igualmente materiales rugosos, como grava, arena, papel de lija, etc.

El final de la rampa termina con un agujero que permite a la canica caer sobre el resto del sistema de rampas que unen los pilares de sostén de la plataforma, y que la llevan en sucesivos planos inclinados hasta el nivel más bajo de la estructura, en donde acaba su recorrido.

Estas tres rampas combinadas zigzaguean entre dos de los pilares de la plataforma. Se trata de planos inclinados con perfiles «└─┘» y «(»». Entre el primero y el segundo no hay conexión: la canica se eleva por una



pequeña rampa adosada y salta, impelida por la energía que lleva, hasta la siguiente. Entre ésta y la última rampa existe una conexión helicoidal de 360° de giro. El último tramo se ha construido a partir de un rollo de cartón partido longitudinalmente con la cuchilla.

Los soportes de las rampas son modificaciones a los soportes ya presentados anteriormente para que permitan el % adecuado de inclinación en la rampas.

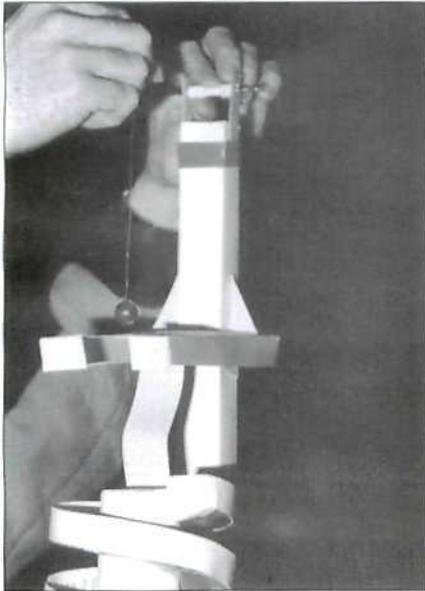
En cartón rígido se construye una plataforma según lo previsto en el boceto: su función es la de retener primero, y conducir después, al móvil que choque con la canica sobre la columna de la rampa helicoidal para obligarla a comenzar su recorrido.

Sobre el pilar más alto se sitúa un pequeño torno que permita desenrollar suficiente cordel para que el peso de la canica lo active, quedando trabado justo en el momento del choque entre ambas esferas, la suspendida y la apoyada al principio de la rampa.

La traba que impide el paso de la canica atada es una varilla confeccionada con papel enrollado. Está atada al extremo de un cordel, mientras que en el otro se dispone otra canica que hace de contrapeso. Sobre la

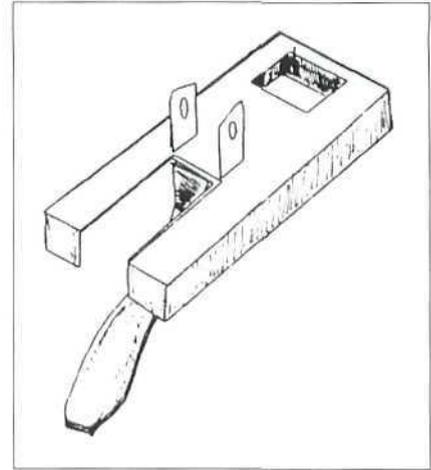


plataforma más alta se sitúan dos soportes para esta varilla, de tal manera que actúe como un pasador: al caer la canica que hace de contrapeso, el pasador se retira y permite dejar resbalar la canica que ejerce de péndulo.



Para que el conjunto de soportes: pasador, cordel y depósito de la canica de contrapeso, queden debidamente alineados, es preciso realizar una modificación en el diseño inicial.

Aprovechando la altura del segundo pilar, superior a la necesaria, se realiza un corte en el nivel adecuado, perpendicular a tres de las caras del prisma que forma la columna. De esta forma se consigue doblar el pilar sobre sí mismo, formando un ángulo recto. La unión se realiza con pegamento termofusible y forma un perfil tridimensional en forma de «└┘», de gran resistencia y rigidez. La secuencia de fotografías de la figura aporta información sobre el proceso de construcción de este tipo de perfiles, de gran utilidad con esta clase de materiales.



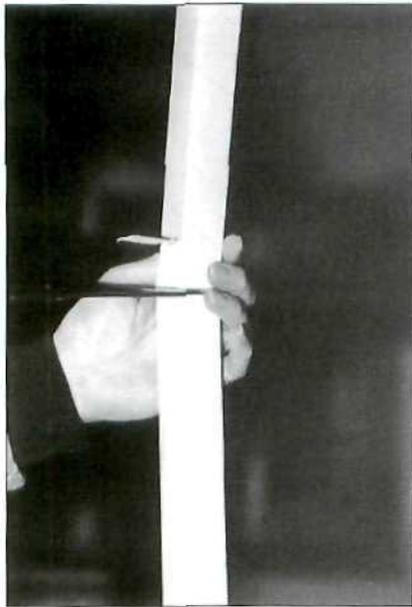
En la zona del perfil que queda horizontal se acopla con la debida alineación el depósito donde se instala la canica que desencadenará, con el suyo, el movimiento del resto de los móviles.

Este depósito, construido en cartón rígido, se acopla a la sección horizontal del ángulo. Se construye en una sola pieza, con los debidos pliegues. Lleva una pequeña perforación rectangular por la que pasa una placa de cartón que hace de freno de la canica. Esta placa porta un cordel atado de tal manera que al tirar de él se retira y deja de ser obstáculo para que la canica caiga, desencadenándose con ella el resto de movimientos en las demás.

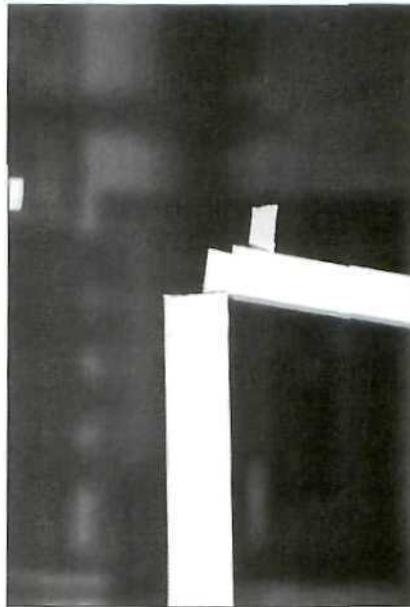
Al acabar esta fase de construcción, los mecanismos de control de los móviles ya quedan completos. Sólo es necesario fijar toda la estructura a una superficie de forma definitiva. A tal efecto se construyen escuadras que fijan fuertemente los cuatro pilares a una base de cartón ondulado con suficiente superficie para recibir todo el conjunto (60 x 50 cm). Las uniones se realizan con pegamento termofusible. Además, para asegurar la estabilidad y alineación de las columnas, se utilizan tensores desde los extremos del pilar más alto y desde las esquinas de la plataforma inferior. Los tensores se fijan a la superficie mediante un trenzado de cinta adhesiva.

Obsérvese en la figura los detalles del proceso de elaboración y pegado de las escuadras, fabricadas con cartón.

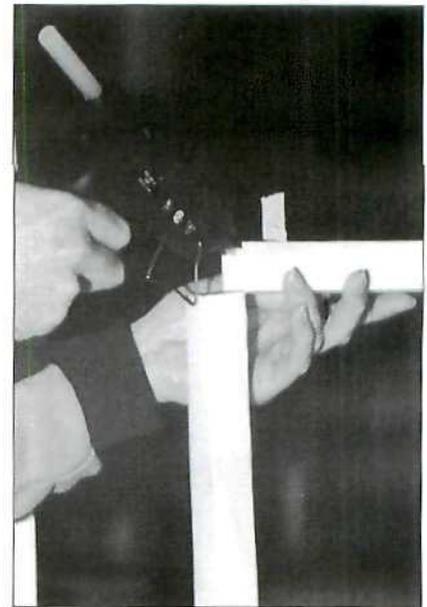
Puede considerarse terminado el proceso de construcción del sistema técnico a partir de este instante.



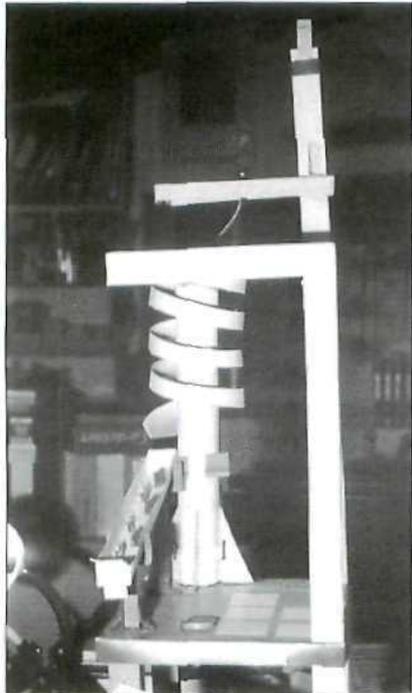
1



2



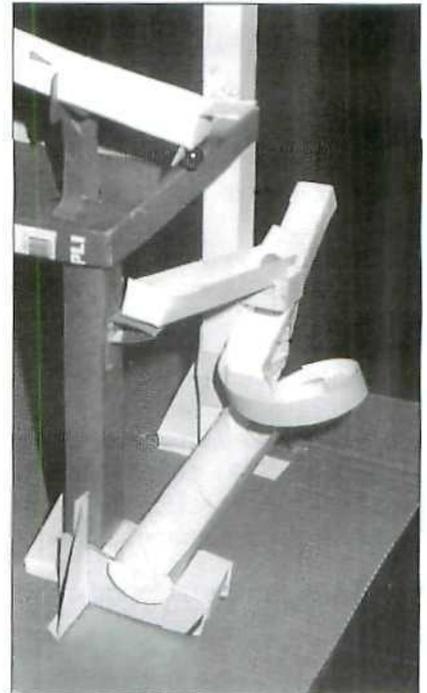
3

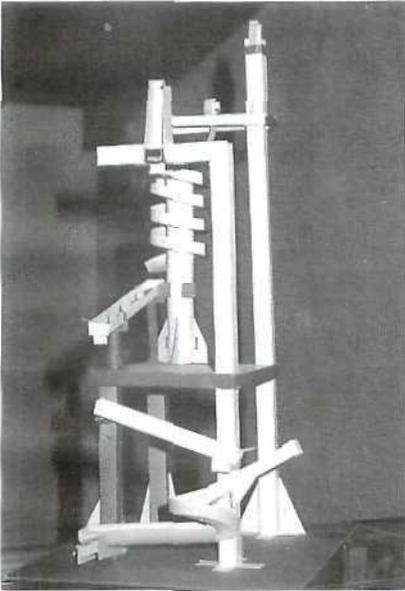


4

Ahora es el momento de evaluar si cumple con los requisitos que demandaba la propuesta. Ya se ha comentado que han tenido que introducirse algunas modificaciones en la idea original que se presentaba en un principio. Una vez completadas todas las operaciones de construcción, se tira del cordel que sujeta la placa en el depósito y...

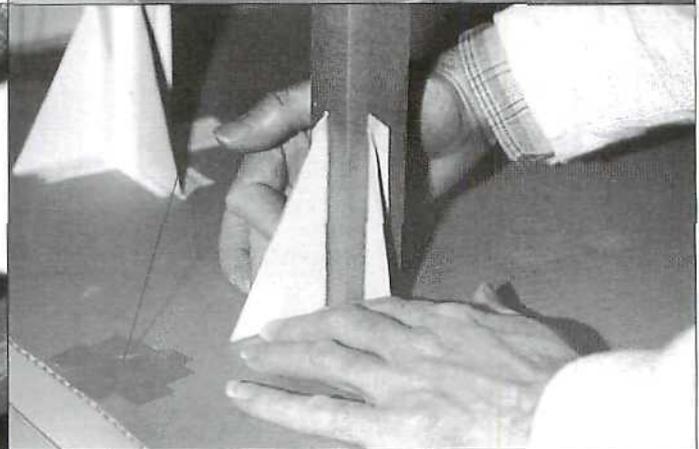
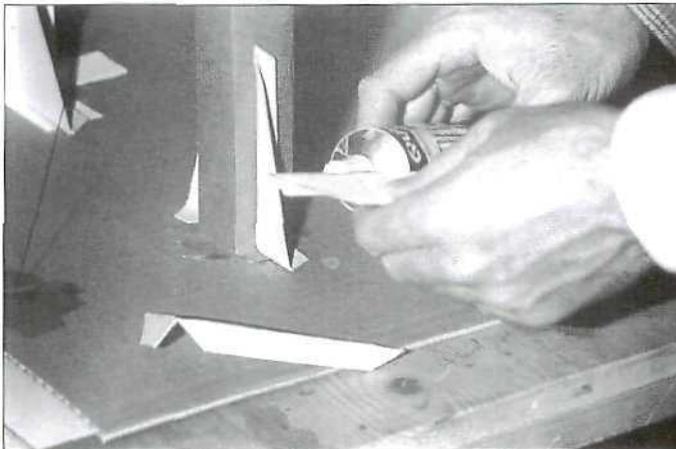
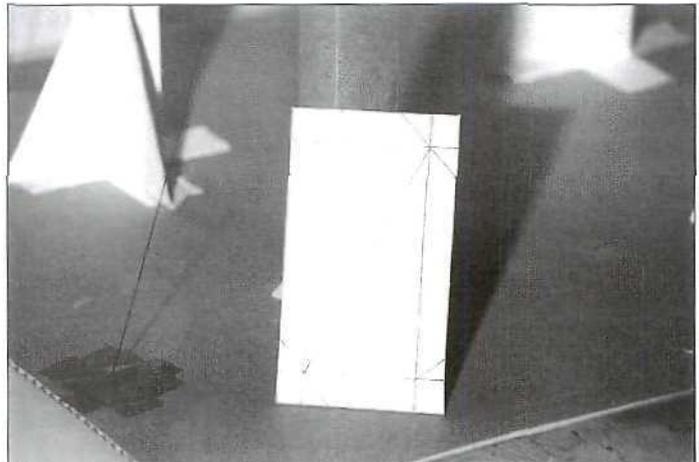
El sistema técnico elaborado, con cierta imagen de edificio futurista o de plataforma extractora de petróleo en alta mar, cumple los retos del problema planteado en la Actividad Específica del apartado de «Manos a la Obra». Ninguno de los mecanismos se basa en la palanca, y desde que tiramos del cordel hasta que la última canica choca contra el tope de la última rampa transcurren más de 5 segundos.

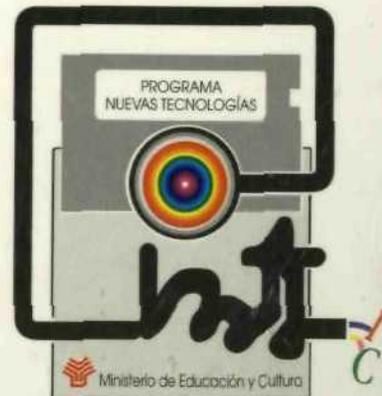




A continuación se presenta una secuencia de fotografías que permiten obtener una mayor comprensión del proceso de funcionamiento del sistema.

La exhaustiva presentación de detalles aportados en el solucionario no tiene la intención de dar como únicas las soluciones técnicas empleadas. Muy al contrario, el conocimiento de técnicas y recursos sobre el diseño y la construcción de los operadores presentados en estas Unidades Didácticas permitirá estimular la divergencia de pensamiento y la creatividad para diseñar y elaborar sistemas técnicos y máquinas completamente originales y novedosas, verdadero objetivo del curso en cuanto a la formación tecnológica.





MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SECRETARÍA GENERAL DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL

Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación