



**Unidad  
didáctica 3**

**Reductores  
de velocidad  
El planteamiento  
de una propuesta  
de trabajo**



**DEL CLAVO  
AL ORDENADOR**



# **DEL CLAVO AL ORDENADOR**

## **Unidad didáctica 3**

### **Reductores de velocidad**

#### **El planteamiento de una propuesta de trabajo**



---

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:*

Rafael Fernández Ruiz  
Antonio Gutiérrez Muñoz  
Carmen Candiotti López-Pujato

*Coordinación pedagógica:*

Carmen Candiotti López-Pujato

*Fotografía:*

Emilio Lerena



---

**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.: 176-96-060-6

I.S.B.N.: 84-369-2935-7

Depósito legal: M. 37.862-1996

Imprime: Fareso, S. A.

Paseo de la Dirección, 5  
28039 Madrid

## I. Introducción

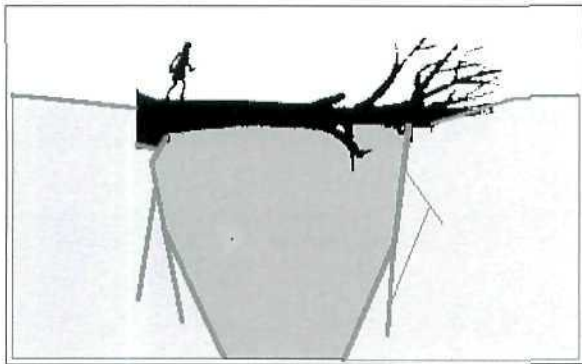


Un puente es una estructura cuya misión es salvar algún tipo de accidente geográfico. Es decir, su objetivo es permitir el tránsito, ya sea de personas, vehículos o animales por una zona escarpada con el fin de ahorrar tiempo o distancia.

En esta unidad vamos a ver diversas clases de puentes, así como su diseño y los materiales utilizados en su construcción.

Los primeros puentes fueron simples cuerdas formadas por lianas que se tendían entre las márgenes de un río. Más tarde se usaron los troncos. Como la madera se pudre con la humedad, se empezó a combinar la madera con losas de piedra.

La ingeniería civil del imperio Romano destacó por su red de carreteras y puentes, que aún hoy en día podemos admirar.



Los puentes romanos están contruidos con sillería y tiene forma de arco de medio punto. Las piedras laterales tienen forma de cuña, mientras que la piedra central, llamada clave, presiona a las situadas a ambos lados del arco. El arco descansa apoyado firmemente en sus extremos.

Los puentes colgantes se construyen en lugares donde no es posible asentar pilas, soportes verticales sobre los que se apoya el puente, próximas entre sí. El sostén de este tipo de puentes lo constituye dos torres, normalmente metálicas, de las que cuelgan pesados cables. De dichos cables se cuelgan otros más ligeros, sobre los que descansa la infraestructura viaria del puente, ya sea carretera o vía de ferrocarril.

Por otra parte, el origen de los puentes levadizos se encuentra en el campo de la ingeniería militar medieval, ya que este era el único medio disponible para salvar el foso que los rodeaba los castillos. El puente levadizo era levantado por cadenas enrolladas en tornos accionados manualmente por los soldados. En posición defensiva, el puente se levantaba y el castillo quedaba aislado del exterior.

Más tarde la ingeniería civil propuso otras soluciones para problemas como mantener el comercio por vía fluvial, ya que era preciso mantener la navegabilidad del río, pero resultaba antieconómico la construcción de un puente colgantes. De ahí el origen de los puentes con tramos basculantes, levadizos, rodantes y giratorios que permiten la navegación por los ríos a expensas de cortar temporalmente la navegación. Estos puentes requieren de una gran coordinación para su manejo, por ello necesitan disponer de guardabarreras, como las que existen en los pasos a nivel sobre vías de ferrocarril.

Así, pues, los puentes levadizos se encuentran en lugares con gran tráfico tanto fluvial como terrestre.

- Deben ser estéticos para respetar el paisaje.
- Incorporan un mecanismo móvil.
- Incluyen estructuras de balizaje y control (barreras, sirenas y avisos luminosos)





# 1. Objetivos

Con esta unidad se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Saber identificar cualquier tipo de puente.
- Conocer las propiedades físicas de los materiales usados en su construcción y las razones de su utilización.
- Aprender las etapas de diseño de un proyecto tecnológico.
- Conocer la teoría en que se basa la construcción de puentes móviles.
- Aprender el manejo y utilidades de la cinta adhesiva en tecnología.



## 2. Contenidos

<b>I. Introducción</b> .....	3
1. Objetivos .....	7
2. Contenidos .....	9
3. Conocimientos previos .....	11
<b>II. Formación tecnológica</b> .....	13
— Los puentes .....	15
Clasificación según los materiales empleados .....	15
Clasificación según la estructura empleada .....	16
<b>III. Fundamentación científico-técnica</b> .....	33
— El radián .....	35
— Velocidad angular .....	35
— Velocidad lineal .....	35
— Aceleración angular .....	36
— Momento de una fuerza .....	36
— Momento de inercia .....	36
— Ecuación fundamental de la rotación .....	37
— Trabajo en un movimiento de rotación .....	37
— Trabajo realizado linealmente .....	37
— Potencia .....	37
— Funcionamiento del reductor de velocidad .....	38
<b>IV. Manos a la obra</b> .....	41
— Propuesta de trabajo .....	43
<b>V. Con nuestros alumnos y alumnas</b> .....	53
— Presentación de la propuesta de trabajo .....	55
1. Introducción .....	55
2. Condiciones básicas de la propuesta planteada .....	56

3.	El rol del profesorado en la presentación de la propuesta .....	57
4.	Algunos recursos para facilitar el interés por la propuesta y su análisis inicial .....	58
5.	Actividades útiles para facilitar la presentación y análisis de la propuesta a la clase .....	59
6.	Valor cognitivo de las primeras fases del método de resolución de problemas .....	59
<b>VI.</b>	<b>Entre máquinas y herramientas</b> .....	<b>61</b>
—	La cinta adhesiva .....	63
<b>VII.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>65</b>
<b>VIII.</b>	<b>Glosario</b> .....	<b>69</b>
<b>IX.</b>	<b>Soluciones a las actividades propuestas</b> .....	<b>73</b>

### 3. Conocimientos previos

El profesor debe disponer de los conocimientos básicos de física, principalmente de conocimientos de estática referidos a momentos, fuerzas y movimiento de rotación. Es recomendable también un repaso del cálculo vectorial, los sistemas de fuerzas, las nociones de velocidad angular, potencia, trabajo y momento de inercia. El momento de inercia es fundamental debido a las grandes masas que soportan los puentes.

Es muy interesante que el profesor conozca de antemano operadores tales como los reductores de velocidad, los sistemas de transmisión, los motores y pilas, así como nociones de conmutación.



## **II. Formación tecnológica**





## Los puentes

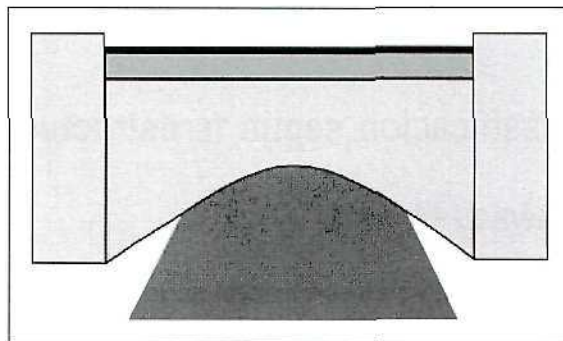
El puente ha sido siempre una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras. De este modo se daba continuidad a un camino y se permitía el tránsito de viajeros y mercancías.

### Clasificación según los materiales empleados

#### Puentes de mampostería

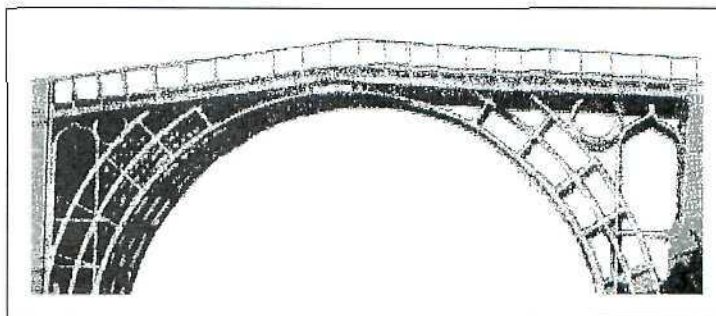
Tienen como estructura fundamental o elemento arquitectónico el arco, apoyado en pilares. Las piezas de que están constituidos los puentes de mampostería trabajan principalmente a compresión, es decir, las piezas se comprimen unas a otras recíprocamente. Por este motivo materiales como la mampostería, los ladrillos y el hormigón, son los idóneos ya que no soportan esfuerzos de tracción.

Este tipo de puentes no necesita prácticamente mantenimiento y tiene una vida útil muy larga (piénsese en los numeros puentes romanos y medievales que han llegado hasta nuestros días)



#### Puentes metálicos

Este tipo de puentes comenzó a desarrollarse a mediados del siglo XIX gracias al desarrollo de la siderurgia. Al principio se utilizó como material de construcción el hierro fundido y el hierro forjado. En la actualidad se utilizan aceros laminados especiales, que tienen una resistencia mucho mayor que los aceros normales. Al ser el acero un material que soporta muy bien los esfuerzos de flexión, compresión y tracción, los puentes metálicos están constituidos por vigas colocadas en celosía con montantes verticales y cruces de San Andrés.



## Puentes de hormigón armado

El hormigón armado es un material que, introducido en los moldes adecuados, permite obtener elementos de formas y dimensiones muy diversas. En particular es posible obtener vigas que pueden utilizarse para construir puentes que permiten luces intermedias entre las de los puentes de mampostería y los metálicos. Son puentes muy económicos, sencillos y rápidos de construir gracias a la posibilidad de la prefabricación de elementos y son de fácil conservación.

## Puentes de madera

Este tipo de puente está actualmente en desuso ya que la madera es un material no duradero, aunque persiste su uso en puentes provisionales de zonas donde abunda la madera. Necesitan un mantenimiento continuado, ya que corren el peligro de incendiarse y no suelen tener una vida mayor de cien años.

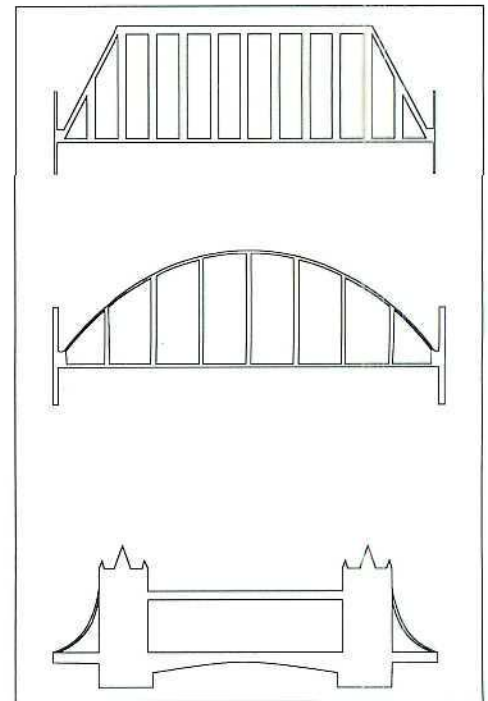
## Clasificación según la estructura empleada

### Puentes fijos

Los puentes fijos constituyen la gran mayoría de los puentes existentes. Son aquellos en los que no es necesario para su funcionamiento el desplazamiento de ninguna de sus piezas, puesto que su cometido solamente es permitir el paso entre las dos márgenes de un obstáculo.

### Puentes de vigas

Están constituidos por una serie de vigas paralelas a la carretera dispuestas, además, paralelas y equidistantes entre sí apoyadas en sus extremos sobre los estribos del puente. Sobre dichas vigas se dispone una losa de hormigón armado que sirve de base al firme de la calzada. Casi todos los puentes situados transversalmente a las autovías y autopistas son de este tipo. Estos puentes salvan distancias desde los de veinte a los cuarenta metros.



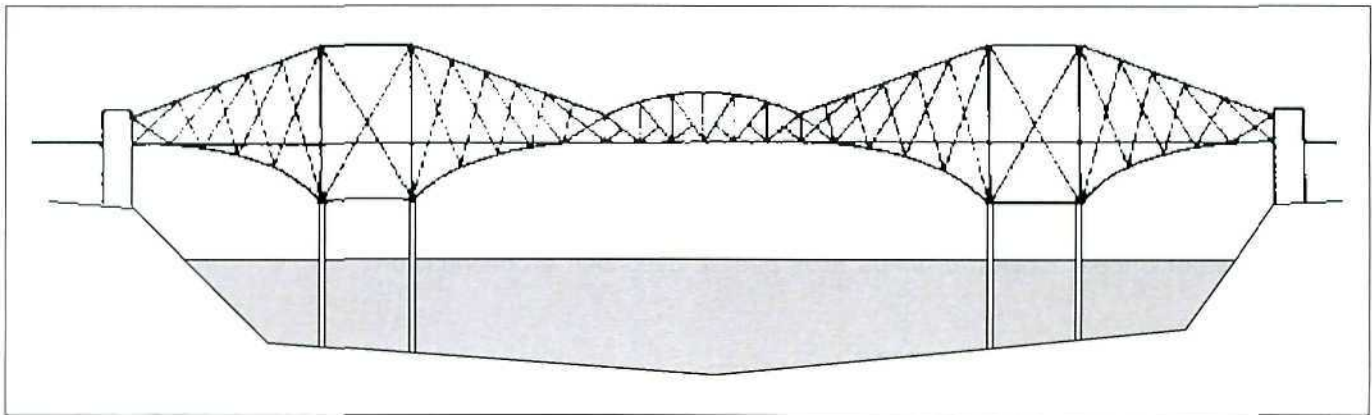
## Puentes continuos de hormigón pretensado

Son puentes fabricados con hormigón pretensado, material más resistente que el hormigón armado. Por este motivo pueden tener una longitud muy grande. Están constituidos por una única viga de gran longitud que se apoya en varias pilas intermedias. Esto les permite salvar grandes distancias. Los viaductos, puentes de gran longitud que atraviesan valles completos, son puentes de este tipo.

## Puentes de vigas pretensadas

Son puentes de vigas fabricadas con hormigón pretensado, por lo que pueden tener mayor longitud que los fabricados en hormigón armado.

## Puentes cantiléver



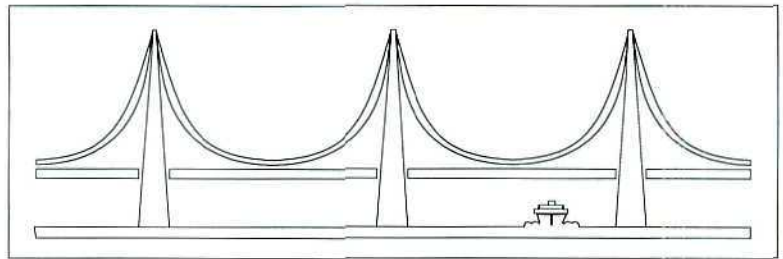
Son puentes adecuados para los tramos muy largos; están formados por dos vanos simétricos que se proyectan desde los apoyos hacia el centro, cuyos extremos se unen mediante vigas simplemente apoyadas, situadas en extremos opuestos del puente. Son muy aparatosos pero sencillos de construir.

## Puentes arco

Permiten salvar grandes luces gracias a que los arcos trabajan a compresión. Se suelen construir con hormigón armado o acero. Los puentes arcos ya se usaban en la antigüedad pero gracias a la evolución los materiales pueden salvar distancias mayores.

## Puentes colgantes

Estos puentes están formados por un tablero sostenido por medio de tirantes anclados, a su vez, a dos cables tensores que se apoyan en torres. El cable tensor absorbe, a través de los tirantes, el efecto del peso del tablero. Dicho cable tiene que ser anclado a grandes bloques de hormigón situados a modo de estribo en los extremos del puente. Los puentes colgantes tienen una característica forma parabólica, debida a que el cable, por efecto de la carga del tablero, toma la forma de una parábola de segundo grado.



## Puentes atirantados

Estos puentes son similares en su concepción a los puentes colgantes, aunque en este caso los tirantes que sostienen el tablero, tienen una estructura con una sola torre la cual, por medio de cables de acero, sujeta un tablero. Las torres no suelen ser perpendiculares al tablero, sino que tienen cierta inclinación para soportar más adecuadamente los esfuerzos de tracción.

## Puentes móviles

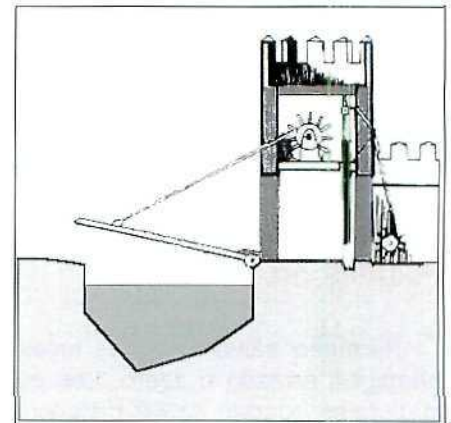
Son aquellos que se construyen sobre ríos o vías navegables y facilitan la navegación al desplazar una parte de su estructura o toda. Existen distintos tipos que se describen a continuación.

## Puentes levadizos o basculantes

Han sido usados por el hombre no sólo para facilitar la navegación en vías fluviales, sino también como sistema defensivo en la Edad Media para hacer fuertes determinados enclaves.

Se componen generalmente por un tablero formado por una o dos estructuras, que tienen facilidad de giro alrededor de ejes horizontales. Los puentes levadizos son sencillos de construir y ocupan poco espacio en las márgenes; tienen un accionamiento rápido y de gran seguridad. El material que más se suele usar actualmente para su construcción es el acero.

Este tipo de puente es una de las soluciones propuestas al problema planteado en la presente unidad.



## Puentes de elevación vertical

Tienen una parte móvil formada en una viga o una estructura reticulada hecha de polígonos que soporta al tablero y que puede elevarse y bajar entre dos guías situadas en dos torres que sostienen los mecanismos de elevación. La parte móvil está equilibrada por medio de contrapesos, de manera que los dispositivos sólo tengan que vencer las fuerzas debidas al rozamiento. Los puentes de elevación vertical tienen utilidad para luces mucho mayores que los basculantes o levadizos.

## Puentes giratorios

En estos diseños la plataforma gira alrededor de un eje vertical, situado en un apoyo central. Los brazos de la plataforma pueden ser iguales o desiguales. Este tipo de puente se utiliza para luces muy pequeñas y tiene el inconveniente de requerir gran espacio horizontal para su movimiento. También ha sido usado no sólo como puente marítimo, sino como distribuidor de vías férreas en ferrocarriles para dirigir locomotoras a diversas vías muertas.

Este ha sido otro de los diseños adaptados como solución en nuestro proyecto tecnológico.

## Puentes deslizantes

Son estructuras que tienen un tramo que se desliza horizontalmente y encaja en una parte fija, de modo que queda espacio libre para el tránsito.

## Puentes transbordadores

Son una clase especial de puentes deslizantes en los cuales la parte móvil es aquella que está destinada al transporte de la carga. En ellos, un carro móvil se desliza a modo de teleférico por la estructura, sosteniendo una barquilla o cabina.

## Puentes sobre pontones o barcas flotantes

El uso de este tipo de puentes resultaba muy incómodo para el tráfico, pues obligaba a perder mucho tiempo al transeúnte que esperaba pacientemente la llegada de la barca desde la otra orilla.

Su uso se interrumpía en determinadas épocas del año a causa de las condiciones especiales del río, pues cualquier avenida de agua podía producir grandes deterioros, lo que exigía reparaciones importantes. El costo

inicial de estos puentes era muy bajo, pero su posterior mantenimiento suponía un goteo continuo de las arcas públicas. Este tipo de puentes está actualmente en desuso.



### Actividad 1

Elaborar un informe sobre los puentes que haya en tu pueblo o ciudad especificando el tipo, su época, peculiaridades y envía el trabajo al tutor o tutora.



### Actividad 2

Realizar con piezas de poliestireno y madera un puente sobre elementos flotantes.

## 2.A. Materiales

Los materiales utilizados para la fabricación de puentes deben presentar propiedades muy diversas, según las condiciones de servicio que vayan a cumplir.

En la presente unidad didáctica vamos a ocuparnos de las principales propiedades mecánicas que definen el comportamiento de un material.

### Propiedades mecánicas

Son aquellas que sirven para definir el comportamiento de un material cuando es sometido a la acción de diferentes fuerzas exteriores. Las principales propiedades son:

- Elasticidad: capacidad de un material para recuperar su forma inicial
- Dureza: oposición presentada a la rayadura o penetración.
- Resistencia: oposición a la deformación o rotura.
- Plasticidad: aptitud de un material a permanecer deformado.

### Deformaciones

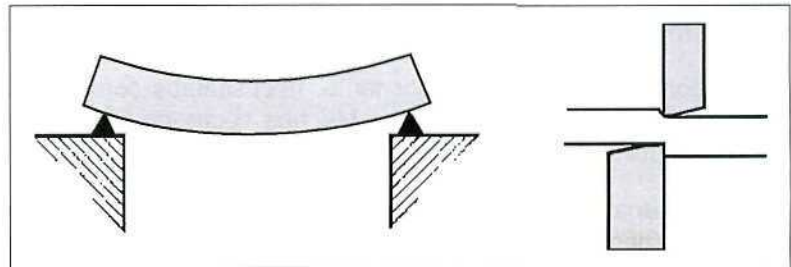
La posición de los átomos de los materiales puede ser variada por una fuerza, de manera que se produce una deformación. Existen dos tipos de deformación:

- Deformación elástica: desaparece al desaparecer la causa que la produce.
- Deformación plástica: la deformación persiste aunque sea en menor grado que la producida por la fuerza. Por ejemplo, al estirar una chaqueta de lana siempre queda más larga.

Debemos tener en cuenta que gran parte de los materiales se comportan elásticamente mientras que la tensión (fuerza aplicada al material dividida entre la sección resistente al mismo) no supere cierto valor, a partir del cual comienzan a comportarse plásticamente.

## Esfuerzos

Las fuerzas exteriores que actúan sobre un material pueden hacerlo de distintas formas y dan lugar con ello a diferentes comportamientos del mismo, ya que, en general, los materiales presentan diferentes resistencias según el tipo de esfuerzo al que se ven sometidos:



- Choque: es el esfuerzo que absorbe un material al recibir un impacto.

## Parámetros de tracción

Tienen como finalidad controlar el comportamiento de un material sometido a la acción de un esfuerzo de tracción. Son los siguientes:

- a) Límite elástico: es la tensión máxima que puede soportar un material sin que aparezcan deformaciones plásticas. Se expresa por  $s_e$  (e de elástico):

$$s_e = P / S_0$$

donde P es la fuerza máxima y  $S_0$  es la sección resistente a la misma.

Debemos tener en cuenta que, por ejemplo, tras el paso de un camión por un puente, éste debe recuperar su forma inicial. Para ello, hay que controlar las dimensiones de las piezas de nuestro puente, de forma que la tensión a la que se lo somete soporte un coeficiente de trabajo que debe ser inferior al límite elástico.

- b) Alargamiento: constata la diferencia entre la longitud antes del esfuerzo y después de él en tanto por ciento o tanto por mil.
- c) Carga de rotura: es simplemente el peso necesario para conseguir romper el material.

## Parámetros de choque y dureza

Tienen por objeto controlar la resiliencia y la dureza de un material. Existen varios métodos (péndulos de Charpy para la resiliencia y durómetros para la dureza) para controlar dichos parámetros. Porque debemos tener en cuenta también que los materiales no son perfectos y que presentan defectos que hay que controlar.

## Diseño de un puente

Antes de proceder a la construcción de un puente debe preverse dónde va a ser construido. También se tienen que hacer consideraciones de tráfico para realizar el cálculo de ancho de calzada, etc. A continuación, veremos los condicionamientos que suponen la ubicación del puente y los tipos de terreno sobre los que se construye. De todas formas, debemos decidir la línea de actuación para acometer un proyecto de diseño, antes de ponernos frenéticamente a realizar todo tipo de medidas, pruebas y construcciones.

Al acometer un proyecto, por tanto, necesitamos completar los estadios de diseño, si es posible una simulación, construcción y satisfacción. Muchas veces no todos se realizan y se llega a situaciones penosas, tales como la inutilidad del mismo o el desastre.

En la etapa de diseño debemos responder a una serie de preguntas, tales como ¿para qué?, ¿para quién?, ¿dónde?, ¿con qué?, ¿de qué manera?, ¿cuándo?, ¿en cuánto tiempo?, ¿es económicamente abordable? o ¿qué supone para el entorno?

En la simulación, a la que afortunadamente está potenciando el ordenador, debemos comprobar si efectivamente nuestro diseño reúne las características previstas. Para ello se debe poseer, en muchas ocasiones, el conocimiento de los modelos de comportamiento de sistemas similares al nuestro, para poder extrapolar y conseguir así una 'teoría de la simulación' válida en nuestro proyecto.

Algunas veces, tanto el aparato matemático necesario como los recursos de que disponemos no están a la altura del tipo de simulación que deberíamos realizar. En ese caso, la única solución es consultar con los expertos en el tema.

En la construcción debemos tener en cuenta no sólo los productos del diseño y la simulación, sino también 'el factor humano'. En este campo deberíamos de ser capaces de reunir un equipo de personas con vocación para motivar a otras y hacer llegar a buen fin el proyecto. Por supuesto, dentro de ese equipo confluyen desde el financiero que paga la obra hasta el peón que hace la mezcla del hormigón.

Y, finalmente, es necesario comprobar que todo nuestro esfuerzo se ha encauzado en la dirección correcta y que hemos hecho 'algo' que, además de suponer una solución para alguien, permitirá en el futuro realizar un proyecto más adecuadamente.

En la presente unidad, vamos a ver la etapa de diseño. Esto no indica que las demás sean menos importantes. La razón para ello es la dimensión, inabordable aquí, del estudio profundo de todas ellas, asumiendo el estudio somero de las bases y recomendaciones que permitirán el desarrollo posterior de todas las demás por las personas que sigan el presente curso de formación.



## Finalidad

En la gran mayoría de los casos, no es necesario plantearse la necesidad de una construcción porque hay alguien que la lleva reclamando mucho tiempo. Simplemente, debe estimarse si el objetivo por cubrir es el previsto, teniendo en cuenta el impacto sociológico y la resolución de los problemas que en ese momento se plantean, aunque sea parcialmente.

De esta manera, contestaríamos al ¿para qué? de nuestro diseño.

## Necesidad

Es imprescindible conocer cuál será la población usuaria del sistema que se construya. Pueden existir infraestructuras suficientes para la población usuaria del automóvil, como las carreteras, que para otro tipo de población no sirvan. Para entendernos, no plantea el mismo diseño un puente de ferrocarril que uno para una autopista. Es más, tampoco lo plantea un puente para trenes de vía estrecha que uno para trenes de alta velocidad. Es decir, debemos siempre saber cuál es el 'cliente' de nuestro puente.

## Ubicación

Toda edificación ejerce sobre el terreno que la sustenta esfuerzos que este ha de ser capaz de soportar sin experimentar deformaciones. Dichas deformaciones podrían ocasionar grietas en la edificación e incluso provocar su ruina.

Es por tanto preciso proceder al estudio previo del terreno donde la construcción va a ser asentada, para conocer su naturaleza y evitar así que una vez iniciada la obra se descubra que el terreno presentaba peores características de las supuestas.

Las características del terreno deben ser uniformes. Esta uniformidad es requerida para evitar variaciones en distintas partes de la construcción.

### *Tipos de terreno*

- Deficientes: No son aptos para la edificación, dada su baja resistencia al esfuerzo. Suelen ser suelos fangosos, etc...
- Rocosos: Disponen de resistencia notable a la compresión y constituyen un firme óptimo para el asentamiento. El único inconveniente que presentan es el de su protección ante agentes externos, necesaria cuando son susceptibles de descomposición.
- Terrenos con cohesión: Son los compuestos por arcillas y áridos. Estos terrenos con espesores de 3 a 4 m y algo húmedos, son aceptables como base de una edificación, aunque no son admisibles cuando presenten demasiada humedad.
- Terrenos sin cohesión: Formados por grava y arena.

### *Estudio del terreno*

Para poder determinar la presión que un suelo es capaz de soportar, debe realizarse un estudio del mismo consistente en:

- Estudiar el comportamiento de edificaciones próximas.
- Realizar sondeos lo suficientemente profundos como para llegar a todas las capas que puedan influir en los asientos de la obra.
- En algunos casos es también conveniente efectuar ensayos de carga, bien sobre la superficie o bien sobre la capa sobre la que descansara el puente.

### **Levantamiento topográfico**

Es el conjunto de operaciones necesarias para obtener con detalle la configuración y el contorno de un terreno y su relieve. Dichas operaciones se llevan a cabo en dos fases diferenciadas:

- Estudios de campo, realizados in situ, para los que se necesita un instrumental adecuado. (Teodolitos, etc.)
- Estudios de gabinete, de los que se obtiene tanto el perfil topográfico del terreno como planos a escala del entorno.

Hay dos clases importantes de levantamiento:

- Altimétricos, que tienen por finalidad la determinación de las diferentes alturas que configuran un terreno, respecto de un plano de referencia (nivel del mar u otro).
- Planimétricos, que tienen por objeto obtener una representación a escala de la proyección horizontal de un terreno.

Como es de suponer, nosotros necesitaremos un levantamiento planimétrico para saber «dónde» hay que colocar el puente, y uno localizado altimétrico en el punto «donde» deseamos construirlo.

Para cada tipo de estudio existen herramientas adecuadas, algunas de ellas tan sofisticadas como un satélite de órbita baja o el telémetro láser.

Hay que tener en cuenta otros tipos de consideraciones al elegir la situación de un puente, muchas de ellas fruto del sentido común. Por ejemplo, hay una tendencia natural a colocar los puentes en los lugares donde éstos resultarían de una longitud menor.

En cualquier caso, las imposiciones del terreno en ocasiones hacen imposible la realización del puente de longitud menor para un vado dado.

## Materiales

No es la finalidad de esta unidad enumerar todos los materiales con los que se puede construir un puente. De hecho, en el apartado anterior de materiales y herramientas, sólo hemos enumerado las características de los materiales. Teniendo en cuenta los principios físicos, también enumerados anteriormente, debemos escoger el material cuyas características permitan mantener el límite elástico de diseño.

En la práctica materiales como la madera, el hierro y otros metales, así como el hormigón son los utilizados para su construcción.

La construcción de nuestros puentes se realiza en madera, papel y cartón.

## Elementos arquitectónicos

Hay infinidad de métodos que resuelven los problemas de sustentación de un puente.

En la presente unidad vamos a ver alguno, aunque más que nada nos vamos a ceñir a las filosofías de diseño que los han creado. Ellos nos van a permitir el contestar al ¿de que manera? de nuestro diseño.

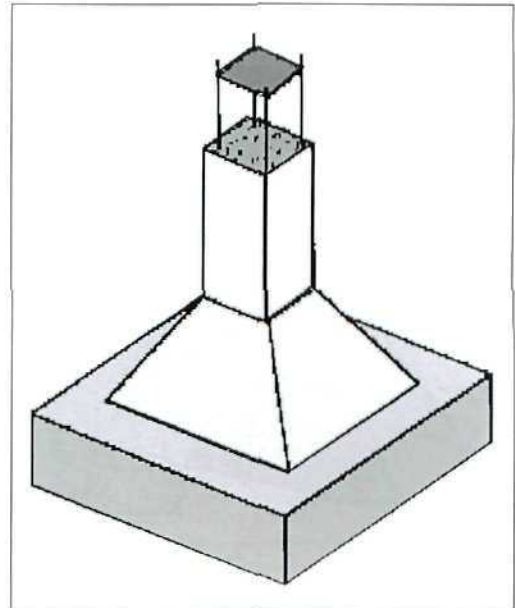
## Cimentaciones

El sistema de cimentación empleado en una edificación depende de muchos factores, pero uno predominante es la profundidad del terreno firme. Por eso existen diversas soluciones de las que enumeramos las más usadas.

- Terraplenes, que es una acumulación de tierras con el fin de rellenar un hueco en el terreno y elevarlo para construir un camino, vía férrea o puente. Este tipo de fundación es muy utilizado en pequeños vados.

Sus laderas presentan una inclinación llamada talud.

- Excavaciones, que tienen por objeto la formación de fosos para la construcción de cimientos. Se utilizan para la construcción de puentes, pero requieren de un sistema de achique o aislamiento de aguas.
- Cimientos de zapatas aisladas, que son placas sobre las que descansan los pilares. Sus dimensiones dependen de la carga a soportar.

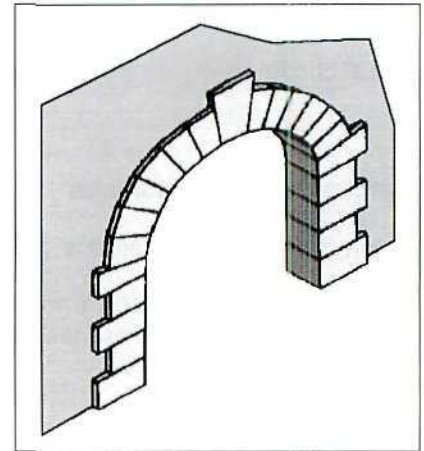


- Cimientos de zapatas continuas, consistentes en placas situadas bajo muros y pilares que transmiten la carga al terreno.
- Cimientos de pilares. Los distintos pilares van unidos en su parte superior por arcos, vigas o bóvedas y descansan directamente sobre terreno firme.
- Cimentación de pilotes, consistente en introducir en el terreno una serie de piezas de soporte (pilotes) unidos en su parte superior por un emparrillado de vigas, que pueden ser de madera, hormigón o metal.

### Arcos

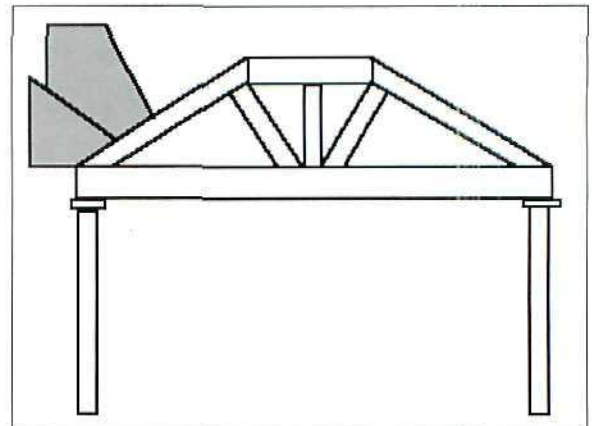
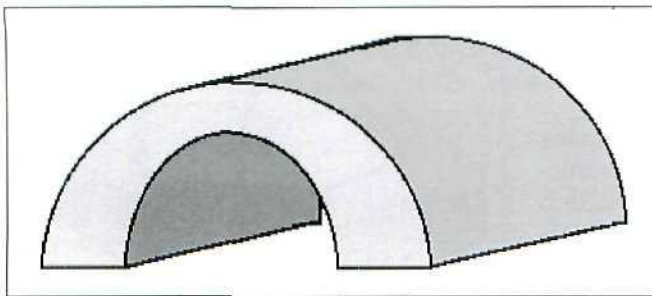
Son muy utilizados en la construcción de puentes debido a que es un elemento que soporta muy bien los esfuerzos de compresión. Están soportados por los estribos y, en algunos casos, están constituidos por piezas unidas por compresión, llamadas dovelas. Hay muy diversas formas, de las que podemos destacar:

- Arcos de medio punto, llamados así porque su flecha es igual a la mitad de su luz. Son circulares.
- Arcos ojivales, formados por arcos de circunferencia.



### Bóvedas

Son los elementos encargados de cubrir el espacio existente entre muros y pilares. Aunque las bóvedas no tienen hoy tanta importancia como antaño debido a la generalización del hierro en las estructuras para cubrir edificaciones y al gran desarrollo del hormigón armado, todavía se aplican en los cruces de vías de comunicación a distinto nivel. Podemos distinguir dos grandes grupos, cilíndricas y esféricas.



## Suelos

Básicamente está formado por las siguientes partes:

- Forjado, que es el elemento resistente del suelo, el cual va apoyado sobre vigas o pilares. Se suelen realizar en madera, hormigón armado o en prefabricados de hormigón y bovedillas de plástico.
- Pavimento, que forma la superficie del forjado y que es el suelo que vemos.

*Se realiza en varios tipos de asfalto o en algún caso de empedrados o piezas metálicas.*

## Otros elementos

Hay obra aledaña que es necesario realizar para dar solución a posibles incidentes, tales como la lluvia o la seguridad de las personas. Son elementos que no por su naturaleza humilde frente al resto de la construcción requieren menos atención. Algunos de ellos son los desagües y las barandillas o defensas.

## Acometida de la construcción

Es de gran importancia establecer la época del año en la que empezar a construir. De hecho, materiales que como el hormigón necesitan ciertas condiciones de humedad y temperatura para que mantengan las características con las que fueron diseñados.

Otra serie de materiales que sufren dilataciones y contracciones que debemos controlar, y muchas veces la única forma de hacerlo es construir en determinada estación.

Por otra parte debemos estimar cuánto tiempo nos va a llevar la construcción, ya que el costo va a depender directamente de él. Para ello se hace un proyecto de métricas con el que se estima el costo en horas-hombre que conlleva dicha construcción. Es decir, en nuestro caso, no debemos utilizar todo un año para fabricar uno de los puentes dados como ejemplo al final de la unidad. Todo ello nos va a dar una idea del que acaso sea el parámetro más importante de una obra, que es su envergadura. Así mismo, nos da referencias para el estudio económico de la misma y criterios para determinar si con nuestros recursos podemos afrontarla o no.

Quizás un estudio más profundo es el propiamente económico, que va a condicionar la posibilidad de ejecución del proyecto. En él, además de las métricas, debemos tener en cuenta conceptos como:

- Disponibilidad de materiales.
- Costos de transporte.
- Costos de personal.
- Inflación.

Al fin y al cabo, la tarea consiste en realizar un presupuesto teniendo en cuenta, además de todo lo dicho, imprevistos que siempre existen.

## Impacto ambiental

No sólo supone el estudio de la influencia del proyecto sobre el ambiente, sino también el impacto sociológico. Para ello, es muy interesante aplicar técnicas como la proyectiva y la simulación, que van a permitir prever efectos colaterales y, en su caso corregir los nocivos de alguna manera.



Estudiar el impacto sobre nuestra habitación de la colocación de una televisión. Se deben tener en consideración aspectos tales como ubicación, reflejos luminosos, altura, distancia de visión, etc...

## 2.B. Operadores tecnológicos: medios mecánicos para el movimiento de los puentes

En este punto se plantean dos problemas. Primero, el hecho de la obtención del movimiento. Y segundo, su transmisión.

La energía usada por el hombre desde hace milenios ha sido producida por medios biológicos, es decir, la obtenida haciendo partícipe a los distintos ciclos del metabolismo animal para que, por medio del aparato muscular propio o el de animales, se transforme en energía mecánica.

El hombre, a lo largo de la pequeña fracción de tiempo geológico que lleva sobre la faz de la tierra, ha ido optimizando la obtención de energías alternativas a la muscular, y relegando ésta a satisfacer otras necesidades vitales. Una de dichas energías alternativas es la electricidad.

La electricidad es una energía que, por medio de un operador tecnológico como es el motor, es transformada para obtener energía mecánica con un rendimiento aceptable. Existen motores eléctricos cuyo rendimiento energético alcanza el 90 %. Comparando este operador con otro, por ejemplo, un motor diesel, puede verificarse que el rendimiento en este último tan sólo llega a ser del 20% aproximadamente. Aun siendo el diesel uno de los ciclos termodinámicos con mejor rendimiento, se constata una gran desproporción frente al rendimiento del eléctrico.

La energía eléctrica se obtiene como producto de otras energías como la química (pilas), mecánica (alternadores), atómica (fisión), etc. Según la aplicación prevista, se debe escoger una u otra fuente. Para nuestra aplicación concreta de «baja energía», hemos escogido la eléctrica.

Con respecto a la transmisión del movimiento, existe una relación entre los distintos movimientos lineales y circulares como veremos y normalmente unos son derivación de los otros. Podemos asociar el movimiento de un coche tanto a la velocidad lineal referida a su centro de masas como a la velocidad angular de sus ruedas, conociendo las dimensiones de las mismas.

Estos principios se aplican mediante los operadores tecnológicos como el torno o los reductores de velocidad:

### Torno

Desde el descubrimiento de la cuerda, se han utilizado arrollamientos de la misma para producir apoyos a la tracción o simplemente para su almacenaje. El torno es uno de los operadores utilizados por el hombre para

mantener la tensión de las cuerdas y los cables. Consiste en un cilindro que descansa en unos pies asidos fuertemente a una superficie. El cilindro gira libremente mientras no tenga tensión en la cuerda enrollada en él.

## Reductores de velocidad

Este tipo de operador ha sido usado en la unidad didáctica anterior. Vamos a explicar someramente la base científica que relaciona la velocidad de giro de un motor con la fuerza desarrollada por el reductor de velocidad.

El lenguaje físico o matemático por medio del cual nos debemos explicar presenta muchas veces una apariencia de galimatías. Vemos una sucesión de fórmulas que pueden parecer inconexas. Sin embargo, responden a un método, a una manera sistemática de tratar un problema para alcanzar el objetivo. Nuestro cometido reside en saber encontrar el equilibrio, el significado conjunto de todas las expresiones para poder ver cómo interaccionan cada una de las partes.

Lo esencial en nuestro caso es el reductor de velocidad y el uso que el hombre le ha dado. Dicho operador tecnológico tiene una finalidad, la obtención de fuerzas que sería imposible conseguir directamente sin el concurso del mismo.

El reductor de velocidad se puede desglosar en unidades lógicas. Cada una de estas unidades siguen unos principios físicos que hemos de dominar para comprender el comportamiento del operador.

Un reductor se basa en la relación entre el movimiento circular y el movimiento lineal; deberemos saber que ambos se relacionan por medio de las velocidades de giro, de los ángulos que se mueven por unidad de tiempo, del radio y de la velocidad lineal.

Para saber, por ejemplo, el porqué a igual velocidad angular, puntos situados a distinta distancia del radio tienen distinta velocidad, deberemos conocer los conceptos de velocidad angular y lineal, qué sucede si la velocidad cambia, en qué tipo de unidades se mide y cuáles son sus símbolos.

Existe una relación entre la masa y los momentos de inercia, que da idea de la oposición que hay que vencer para que el reductor actúe. Esto explica el porqué resulta más fácil mover un volante de madera que uno de hierro de idénticas dimensiones. La aceleración angular está implicada en ello de la misma forma que la aceleración lineal, la masa y la geometría de las poleas. Existe una conservación de la energía y una reacción a cada acción.

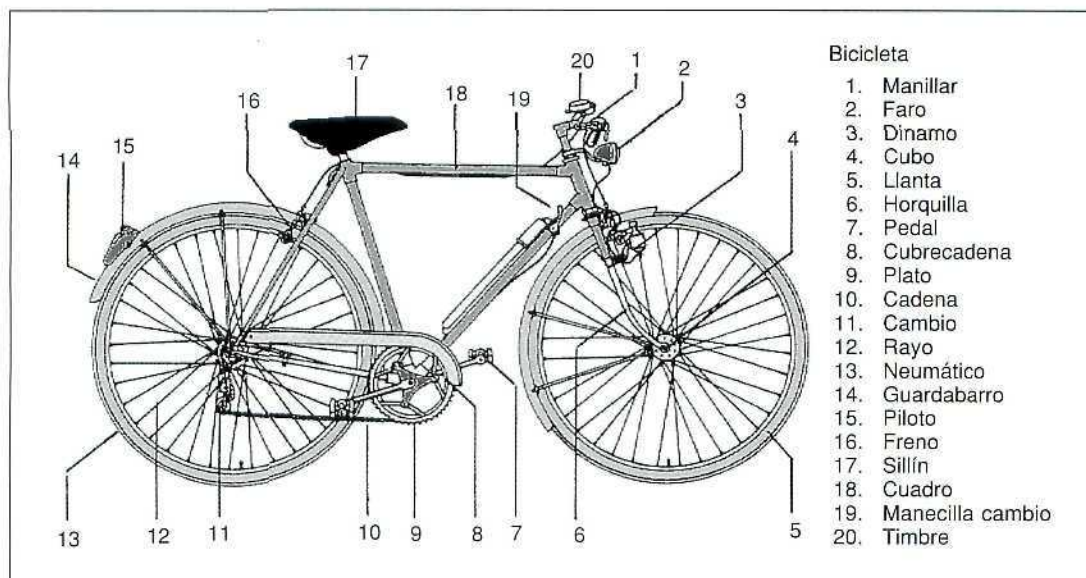
Las fuerzas generan momentos que podemos asociar a un mecanismo tan simple como la palanca en el cual, ejerciendo una fuerza en uno de los brazos de la misma y variando las distancias al punto de aplicación, cambiamos dicho momento y conseguimos fuerzas de distinta magnitud en el brazo contrario de la máquina.

Además, se realiza un trabajo conservativo, es decir, el mismo en todo el sistema. Este trabajo está relacionado con la potencia, que a su vez está relacionada con la velocidad.

## Ejemplos de reductores de velocidad

### Bicicleta

Este es uno de los ejemplos más gráficos. En nuestra infancia, hemos aprendido a usar una bicicleta o bien hemos conocido alguien que la tuviera. La bicicleta se compone de un cuadro al que van unidos una serie de mecanismos, a saber, los más importantes para nosotros y relativos a la transmisión de energía:



- Platos o coronas: son círculos dentados de distinto diámetro, con una relación entre el número de dientes y el diámetro.
- Rueda motriz: Son las encargadas de mantener el contacto con el terreno y hacer de interfase entre el movimiento circular y el lineal. Se mantienen solidarias junto con un número variable de coronas de distinto diámetro, (de una a ocho), en las que se engarza una cadena y permite la tracción.
- Bielas: Son palancas que se unen, por un lado, solidariamente a las coronas y, por otro, con libertad de movimiento circular a los pedales. El diámetro de estas coronas es superior a las que van solidarias a las ruedas.
- Cadena: es el elemento que pone en contacto las coronas de las bielas con las de la rueda motriz.

Como hemos observado en otras secciones anteriores, el hecho más importante de los reductores de velocidad es la obtención de una mayor fuerza a costa de reducir la velocidad de giro. Vamos a observar cómo se cumple esto en la bicicleta para que se vea la forma de trabajar de estos operadores.

Supongamos que disponemos de una «mountain-bike», bicicleta de carretera o cualquier otra con cambios.



Cuando nos situamos encima de la bicicleta siguiendo una trayectoria sobre un plano más o menos horizontal, generamos un movimiento cíclico o pedaleo moderado. Suele costar muy poco pedalear de este modo.

Si cambiamos las condiciones del terreno y ascendemos por una pendiente poco pronunciada, veremos que cuesta mantener el pedaleo y el ciclista tiene que esforzarse más. Es en este momento cuando se suelen usar los cambios poniendo una relación mas «corta». Relación es la correspondencia de dientes entre dos ruedas dentadas y una relación corta es aquella en la que los diámetros de esas ruedas son pequeñas. Si esta relación es lo suficientemente corta, llegará un momento en que nos cueste lo mismo que antes pedalear. También se apreciará un descenso en nuestra velocidad.

¿Qué significa eso? ¿Qué ha sucedido? Sencillamente, hemos aumentado la relación existente entre los radios de las ruedas dentadas haciendo mayor el diámetro de la corona del eje inducido, sin variar el del eje motriz. Entonces aumentamos la fuerza que ejerce el eje inducido. En nuestro caso, la rueda de la bicicleta. Pero también la velocidad cambia descendiendo, puesto que al ser mayor que antes el diámetro de la corona del eje inducido, por cada pedalada se moverá menos la rueda, es decir, que para mantener la velocidad anterior sólo tenemos que pedalear más aprisa.

#### *Correa del ventilador*

De igual modo, un ventilador de un coche usa el principio del reductor de velocidad para trasladar el movimiento de un eje libre a eje otro en el motor con distinta velocidad para introducir aire con un determinado ímpetu y enfriar el motor del vehículo.

#### *Elevación de velas en los barcos*

Es sabido que en las regatas de barcos a vela es la tripulación la encargada de elevar las velas. La elevación se realiza por medio de un reductor especial de velocidad que tensa el cabo de la vela y, gracias a este operador, tan sólo con la fuerza de la tripulación se puede llevar a cabo.



### **Actividad 3**

Pasea en una bicicleta por terreno llano, cuesta arriba y cuesta abajo en todas las marchas que ésta te permita y apunta tus impresiones.



### **III. Fundamentación científico-técnica**



Los principios físicos que tendremos en cuenta al hablar de los reductores de velocidad son:

## El radián

Es la unidad de medida de los ángulos en el sistema internacional y se define por ser el ángulo central de la circunferencia que abarca un arco de longitud igual al radio de la circunferencia. Se representa por **rad**.

## Velocidad angular

La velocidad angular de un cuerpo que rota alrededor de un eje está definida según la variación angular experimentada en la unidad de tiempo.

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

La letra griega  $\omega$  representa la velocidad angular. La unidad en que se mide es el radián por segundo y se representa por **rad/s**.  $\theta$  es el ángulo descrito y  $t$  el tiempo empleado para describirlo.

Por nomenclatura, cuando nos referimos a radián por segundo queremos significar una división. Cuando se obvía el «por», nos referiremos a que ambas unidades se multiplican.

## Velocidad lineal

La velocidad lineal está definida por la variación del espacio en la unidad de tiempo y se relaciona con la velocidad angular por medio de la siguiente relación.

$$\vec{v} = \vec{\omega} \cdot r$$

Donde  $\vec{v}$  es el vector de velocidad lineal (dirección, sentido y módulo),  $\vec{\omega}$  el vector de la velocidad angular y  $r$  el radio correspondiente a la circunferencia descrita por el movimiento.

Es decir, sabiendo la velocidad de un automóvil (e.j. 36 m/s) y el diámetro de una de sus ruedas (e.j. 1m), la velocidad angular de ésta será de 18 rad/s.

## Aceleración angular

La aceleración angular de un cuerpo que rota alrededor de un eje está definida por la variación de la velocidad angular en la unidad de tiempo y viene definida por la relación:

$$\alpha = \frac{(\omega_t - \omega_0)}{t}$$

La letra griega  $\alpha$  representa la aceleración angular. Tiene por unidad el radián por segundo al cuadrado, que se representa por (**rad/s<sup>2</sup>**).  $\omega_t$  es la velocidad angular del tiempo  $t = t$  y  $\omega_0$  la velocidad angular del tiempo  $t=0$ .

Por ejemplo, en el caso de que nuestro automóvil acelerara hasta los 36 m/s en 9 s, la aceleración angular de una de sus ruedas sería de 2 rad/s<sup>2</sup>.

## Momento de una fuerza

El momento de una fuerza con respecto a un eje de giro se expresa como el producto del módulo de la fuerza por la distancia al eje de giro. El módulo de una fuerza es su valor sin tener en cuenta ni su dirección ni su sentido.

Se representa por la letra **M**, que proviene del latín (Momentum).

La unidad del sistema internacional (S.I.) en que se mide, es el Newton metro; se simboliza por la expresión (**N · m**)



Conéctate con la tutoría para plantear las dudas o pedir que el tutor o tutora amplíe la información que facilite tu aprendizaje.

## Momento de inercia

Es una medida de la resistencia que opone todo cuerpo a ponerse en movimiento de rotación o a cambiarlo por medio de su aceleración angular.

El momento de inercia depende de la masa total del reductor de velocidad y de su posición respecto la que se calcula. Se representa por la letra **I** y su unidad es el Newton metro cuadrado, que se simboliza por (**N · m<sup>2</sup>**).

## Ecuación fundamental de la rotación

El momento resultante sobre un sólido con momento de inercia  $I$  le impone una aceleración angular  $\alpha$  al sólido y se relaciona de la siguiente manera:

$$M = I \times \alpha$$

## Trabajo en un movimiento de rotación

Es el que realiza el momento y viene expresado por el producto del momento y el ángulo girado. Viene expresado por la siguiente relación:

$$W = M \times \theta$$

El trabajo se representa por la letra  $W$ , que proviene del inglés «work», siendo  $M$  el momento aplicado y  $\theta$  el ángulo girado. Tiene por unidad en el sistema internacional el Julio que es el trabajo realizado por la fuerza de un Newton cuando se desliza su punto de aplicación un metro en su misma dirección; se simboliza por (**J**).

## Trabajo realizado linealmente

Es el realizado por una fuerza y viene expresado por el producto del módulo de la fuerza y la distancia recorrida. Viene expresada por la relación:

$$W = F \times S$$

siendo  $F$  la fuerza aplicada y  $s$  el espacio recorrido. Su unidad sigue siendo el Julio.

$$N = F \times v \quad N = W \times t$$

## Potencia

Es la expresión de la fuerza por la velocidad. También se puede expresar como el trabajo por el tiempo. Son equivalentes como se puede comprobar dimensionalmente.

La potencia se representa por la letra  $N$ , siendo  $F$  la fuerza desarrollada,  $v$  la velocidad,  $W$  el trabajo y  $t$  el tiempo. Su unidad en el sistema internacional es el vatio que es la potencia necesaria para realizar el trabajo de un julio en un segundo; se simboliza por (**W**).



## Actividad 4

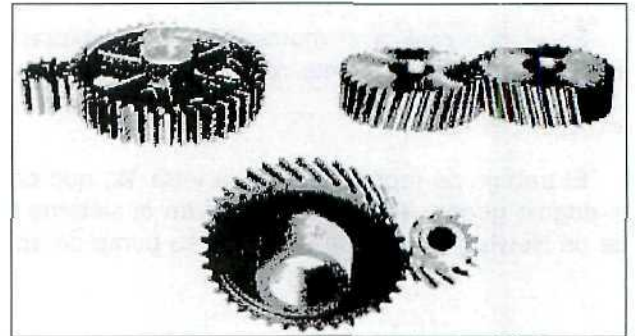
Si sabéis que tres automóviles distintos tienen ruedas de igual tamaño al descrito en el texto y pesan respectivamente 8, 14 y 18 kg, calcular  $I$  suponiéndoles una velocidad de 36 m/s.

## Funcionamiento del reductor de velocidad

Los sistemas para reducir velocidad pueden ser coaxiales o de ejes separados.

El operador coaxial se reduce a una palanca giratoria.

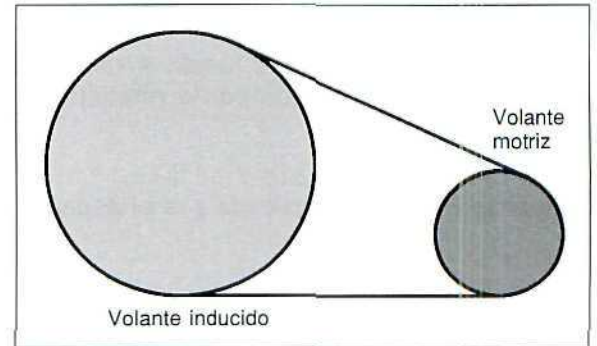
En la figura podemos observar tres tipos distintos de reductores de velocidad. Nótese el diferente dentado de cada uno de ellos.



## Descripción

El operador que hemos utilizado en nuestros proyectos tecnológicos es el que se refiere a dos ejes paralelos. Está formado por una polea de gran radio  $R$  en el eje inducido, un operador que puede ser una palanca o bien un motor eléctrico en el eje motriz, con un volante de radio menor  $r$  la polea del eje inducido.

El sistema une ambos volantes por medio de una correa transmisor con el fin de hacer solidario el movimiento.



## Reducción de la velocidad angular

Suponiendo que el eje motriz se moviera un ángulo  $\theta$ , el espacio  $s$  recorrido por un punto de la correa será:

$$s = \theta \times R$$

Si pensamos en el eje inducido, la correa recorrerá el mismo espacio sobre el volante. Luego:

$$s = \theta_1 \times R$$



Al ser el espacio recorrido el mismo que en el primer supuesto y el radio mayor, se ve que el ángulo girado  $\theta_1$  se reduce. De igual manera, la velocidad lineal en el volante del eje motriz es igual al producto de su velocidad angular por el radio.

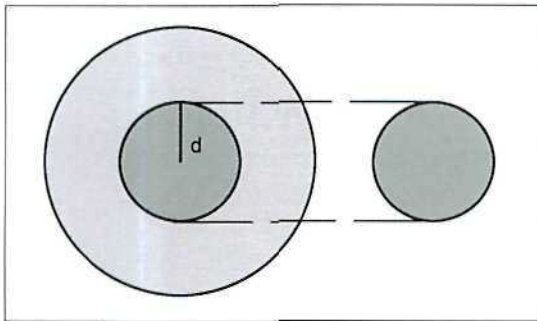
$$v = \omega_1 \times R$$

Esta velocidad, como se ve por el hecho de estar unidas las poleas por medio de la correa, será la misma en el volante de la polea inducida.

$$v = \omega_2 \times R$$

Comparando ambas expresiones comprobamos que al ser  $R > r$  se verifica que  $\omega_2 < \omega_1$ . Es decir, se ha reducido la velocidad. Por ejemplo, para  $r = 1$  y  $R = 2r$ ,  $\omega_1 = 2\omega_2$ .

## Multiplicación de la fuerza



Si consideramos la fuerza que puede vencer el eje motriz y la comparamos con la que puede llegar a suministrar el eje inducido, veremos que es mayor la que puede soportar este último.

Como hemos constatado en el apartado anterior, la velocidad angular  $\omega_2$  es menor que la  $\omega_1$ . Si consideramos el radio común «**d**» de ambos ejes, siendo **d** una distancia idéntica, medida en cada uno de los ejes, vemos que la velocidad lineal alcanzada a esa distancia es respectivamente de:

$$v_2 = \omega_2 \times d \qquad v_1 = \omega_1 \times d$$

Se deduce de esto que la velocidad lineal  $v_2$  es menor que  $v_1$ .

La potencia de ambos ejes es la misma, con lo cual aplicando la fórmula de la potencia:

$$N = F \cdot v \Rightarrow F = \frac{N}{v}$$

Siendo **N** la potencia, **F** la fuerza que la produce y **v** la velocidad conseguida.

Al ser **N** y **v** conocidas; el valor de la fuerza obtenida por  $v_2$  será mayor que la obtenida por  $v_1$ . Es decir, existe una desmultiplicación de la fuerza, como queríamos demostrar.



### Actividad 5

Arrancar un automóvil, y ver en el motor cómo se mueve el ventilador del radiador accionado por la correa de transmisión. Una vez apagado, medir los volantes envueltos en el movimiento.

#### **IV. Manos a la obra**



## Propuesta de trabajo

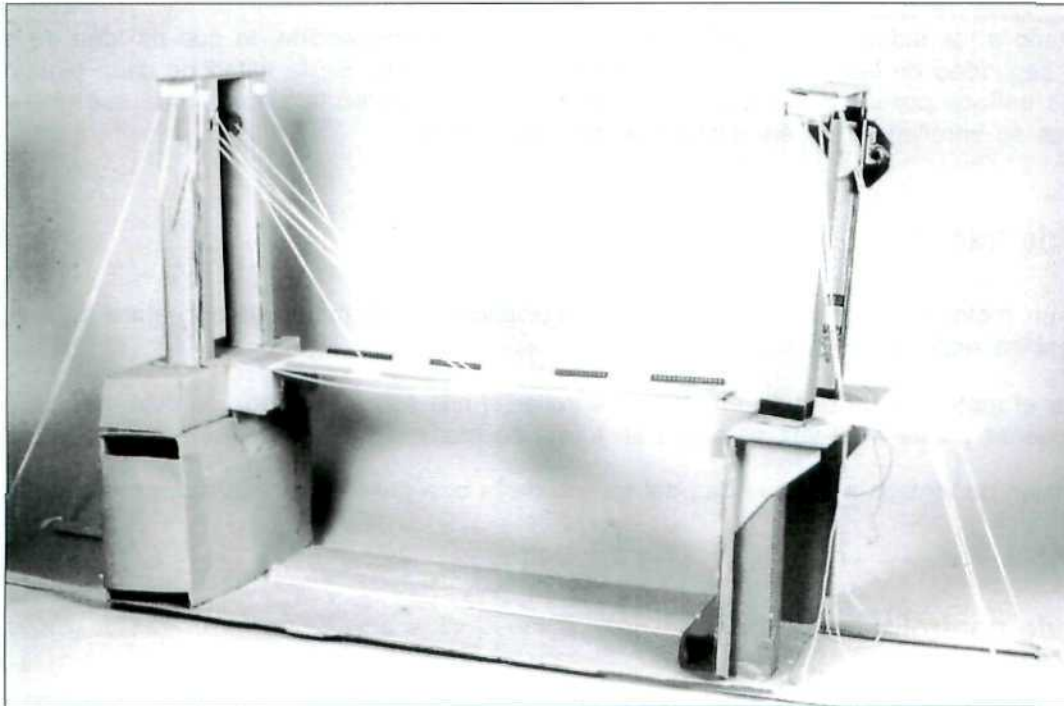
Se trata de diseñar y construir un sistema tal que permita a un móvil salvar un obstáculo. El problema es equivalente a construir un puente sobre un río navegable cuyas orillas no tienen suficiente altura, manteniendo la navegabilidad del río.

Se puede utilizar un motor eléctrico.

Estudiemos a continuación tres soluciones que satisfacen la propuesta de trabajo.

### Primera solución

La estructura del puente es la de un puente colgante de tipo clásico.



*Puente colgante de dos hojas.*

## Estructura fija

Sobre una base de cartón reforzada con un par de listones de madera se elevan dos plataformas sólidas realizadas con cartón de embalaje. Sobre ellas se levanta un par de torres realizadas también con cartón.

Dos cordeles pasan por la parte superior de las torres y se unen firmemente a los listones de madera para dar firmeza al conjunto.

## Estructura móvil

Consiste en dos tableros simétricos unidos a cada una de las plataformas de cada orilla por medio de bisagras, de manera que cada uno de dichos tableros pueda girar para elevarse o descender.

## Detalles constructivos

Se ha dotado a los lados de la plataforma de una banda de protección, lo que da idea de que se debe considerar la seguridad de las personas en este tipo de estructuras. En la mitad de cada plataforma se han realizado unos orificios por los que pasan unas cuerdas que transmiten la tensión para que gire la estructura. Dichas cuerdas se enrollan en un eje sustentado por dos pilares.

## Estructura de tracción

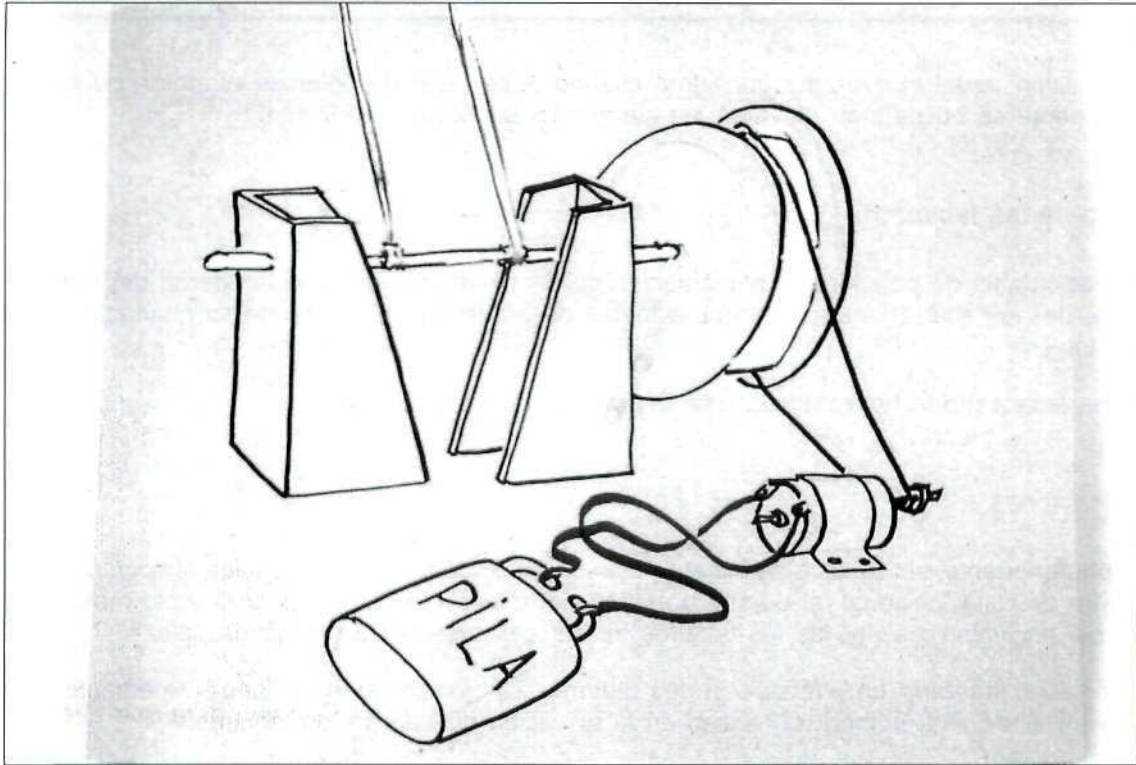
Se utiliza un motor eléctrico con volante de desmultiplicación. El motor se encuentra encastrado en una estructura metálica realizada con latón.

Al polarizar el motor con la pila se empieza a enrollar el hilo sobre el torno. De esta manera, se transmite tensión a la cuerda y esta a su vez se aplica en forma de momento a uno de los tableros.

La transmisión de tensión a las cuerdas del tablero de la otra orilla se realiza mediante cuerdas y un juego de poleas.

## Estructura de control

Es básicamente manual. Consiste en polarizar el motor o no y hacerlo en un sentido o en otro variando la polaridad de la pila, lo que hace que varíe el sentido de giro del motor.



*Estructura de control del puente colgante.*

## Funcionamiento

### a) Elevación de los tableros

El operador humano polariza el motor de manera que el torno comienza a girar recogiendo las cuerdas. Ello hace que se transmita más tensión a las cuerdas, las cuales transmiten un momento mecánico igual al valor de la tensión que soportan multiplicado por la mitad de la longitud del tablero, con lo cual el tablero comienza a girar en torno a su eje y se eleva.

Al mismo tiempo, y gracias a la cuerda del extremo del tablero, se transmite la tensión al otro tablero por medio de unas cuerdas, utilizando para ello unas poleas situadas en las torres de la otra orilla. De esta manera comienza con un cierto retraso a girar el otro tablero y se despeja la luz del puente o vano.

## b) Parada

Por observación visual el operador considera cuándo debe dejar de polarizar el motor, de manera que los tableros del puente se encuentran elevados un cierto ángulo sobre la horizontal.

## c) Descenso de los tableros

El operador cambia de polaridad la alimentación del motor de manera que la cuerda del torno comienza a desenrollarse, desaparece la tensión y actúa la fuerza de gravedad por medio de su momento para restituir la posición del tablero.

Cuando ha alcanzado la horizontalidad, se interrumpe la alimentación.

## d) Consideraciones

En este primer puente, se destaca su simetría estructural, lo cual da cierta estética al conjunto. Sin embargo, desde el punto de vista funcional, el puente presenta cierta asimetría al disponer un solo motor con lo que la transmisión del movimiento a uno de los tableros ha de realizarse por un juego de poleas.

Se podía haber realizado un puente con dos motores, sincronizándose su función mediante un interruptor común, para evitar de esta manera el retraso en la elevación de uno de los tableros.



### Actividad 6

Incorporar mecanismos de control al puente considerado. Por ejemplo, instalar un sistema de semáforos, una barrera pasacoches, una sirena, un relé que conmute al llegar arriba el sentido de giro, etc.

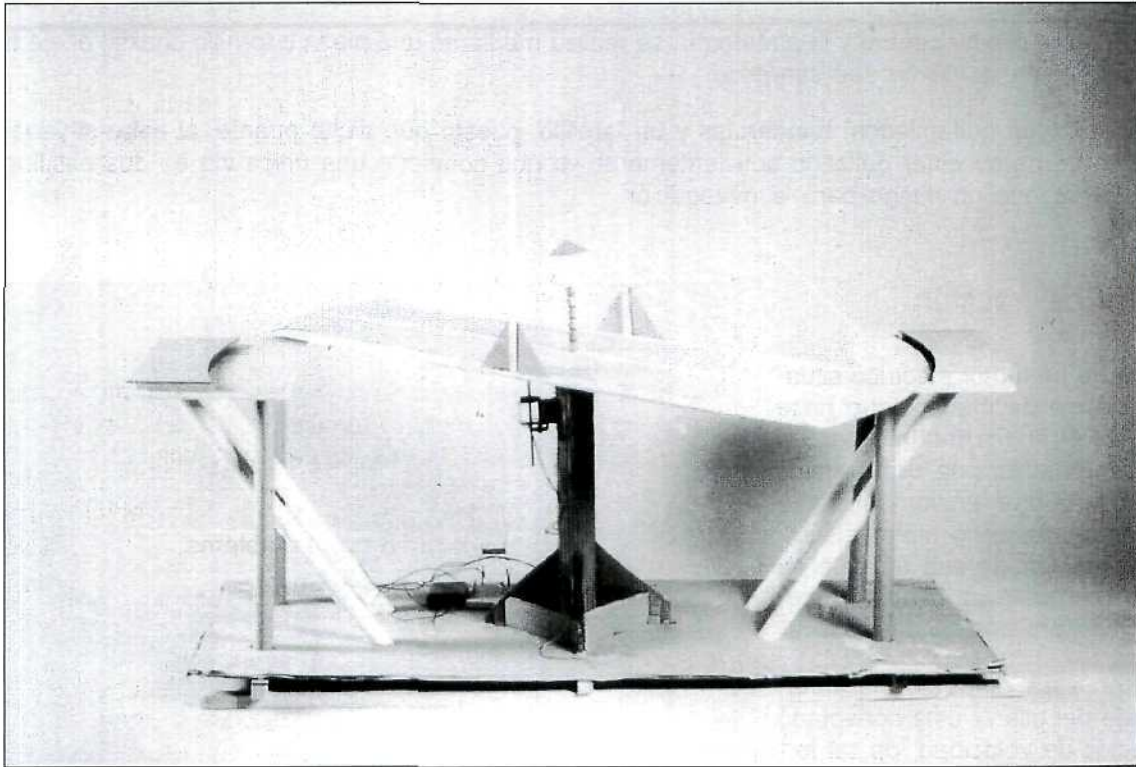


Enviar a la tutoría el nuevo diseño del puente, al que se ha incorporado el mecanismo de control.



## Segunda solución

Se trata de un puente giratorio.



*Puente giratorio.*

### Estructura fija

Consiste en un pilar de cartón situado en medio del cauce del río y reforzado por contrafuertes en la base. En cada una de las riberas se dispone una plataforma, sustentada por cilindros de cartón, de acabado muy estético.

Fue necesario rediseñar los extremos tanto de los tableros como de las plataformas de las riberas cortándolos según un arco de circunferencia, de manera que al realizar el giro horizontal la estructura no tropiece ni tenga rozamiento.

## Estructura móvil

El tablero, apoyado sobre el pilar central, gira horizontalmente en torno a su eje de simetría. Los extremos del tablero han sido redondeados según un arco de circunferencia, de manera que al girar no tropiece en las plataformas de las orillas y, al mismo tiempo, se mantenga la continuidad del firme de la vía.

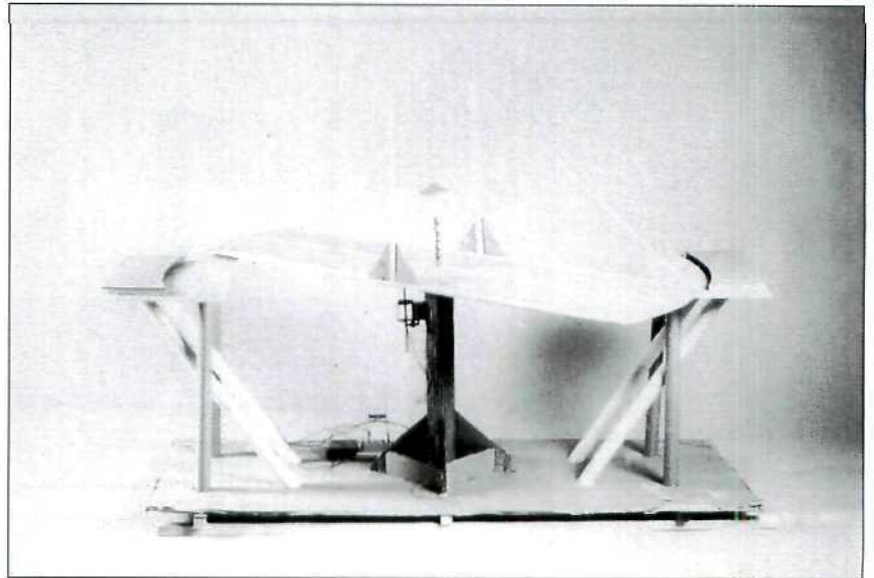
La unión entre el pilar central y la plataforma se realiza mediante una pieza o tornillo coaxial al eje de simetría para que el giro de la misma sea simétrico.

Se ha puesto un quitamiedos, banderolas y un farolillo, puesto que dicho puente, al estar situado en medio del cauce fluvial ha de estar balizado suficientemente ya que convierte una única vía en dos pasillos de navegación y ello supone un riesgo para la navegación.

## Estructura de tracción

Se trata de un motor eléctrico situado verticalmente de manera que hace girar el tablero horizontalmente. La fuente de energía es una pila química que proporciona una tensión suficiente para mover un pequeño motor eléctrico. La transmisión de esa energía se realiza por una serie de cables de cobre protegidos por una funda plástica.

El motor está dispuesto paralelamente al eje del pilar y está conectado a un reductor de velocidad, de tal forma que al aplicar tensión al motor este hace girar la plataforma con la velocidad adecuada.



*Puente giratorio.*

## Estructura de control

La polarización hace girar el motor y a su vez la plataforma a izquierda o a derecha. Es el operario humano el que controla el proceso visualmente eligiendo el sentido de giro y la amplitud del mismo.

## Funcionamiento

### a) Puesta en funcionamiento

El operador polariza el motor y este empieza a rotar, lo que hace que gire el tablero. Al estar cortados según un arco de circunferencia tanto el tablero como las orillas de la plataforma de la ribera, no hay obstáculo que impida el giro del tablero.

Cuando la plataforma ha girado 90 grados se permite el tráfico fluvial, segmentado el río en dos canales a ambos lados de la plataforma. En ese momento, se interrumpe la alimentación. Para volver a la posición inicial, se debe polarizar el motor de manera que gire otros 90 o 270 grados.

### b) Consideraciones

El puente presenta algunas ventajas e inconvenientes. El giro de la plataforma se realiza en todo momento sobre el plano horizontal, no existe interacción gravitatoria en el giro.

No obstante, la solución presenta cierto problema de seguridad para el tráfico fluvial debido a que divide el río en dos canales. Por eso, el proyecto presenta banderas y farolillos que avisan visualmente de la presencia del obstáculo.

La alimentación del sistema de giro presenta dificultades técnicas en la práctica al estar situado en medio del cauce. De hecho, el tender por ejemplo una línea eléctrica sería problemático.



### Actividad 7

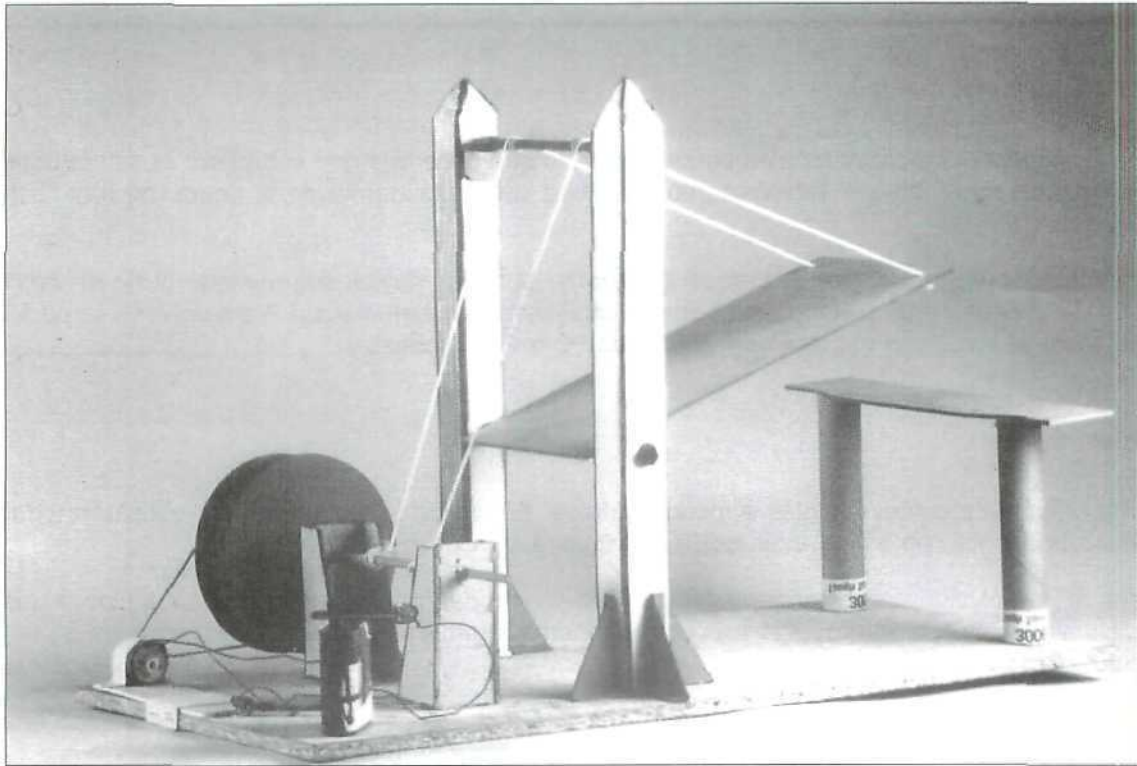
Diseñar un sistema que desconecte el funcionamiento del motor cuando haya girado 90 grados. Planificar un sistema de balizaje con luces intermitentes y sirenas cuando el puente gire.



Envía el diseño propuesto en la actividad 7 a la tutoría.

## Tercera solución

Consiste en un puente levadizo de un único tablero. Su aspecto no simétrico recuerda a una estructura defensiva, propia de un castillo en la que el mecanismo de control se encuentra en una orilla.

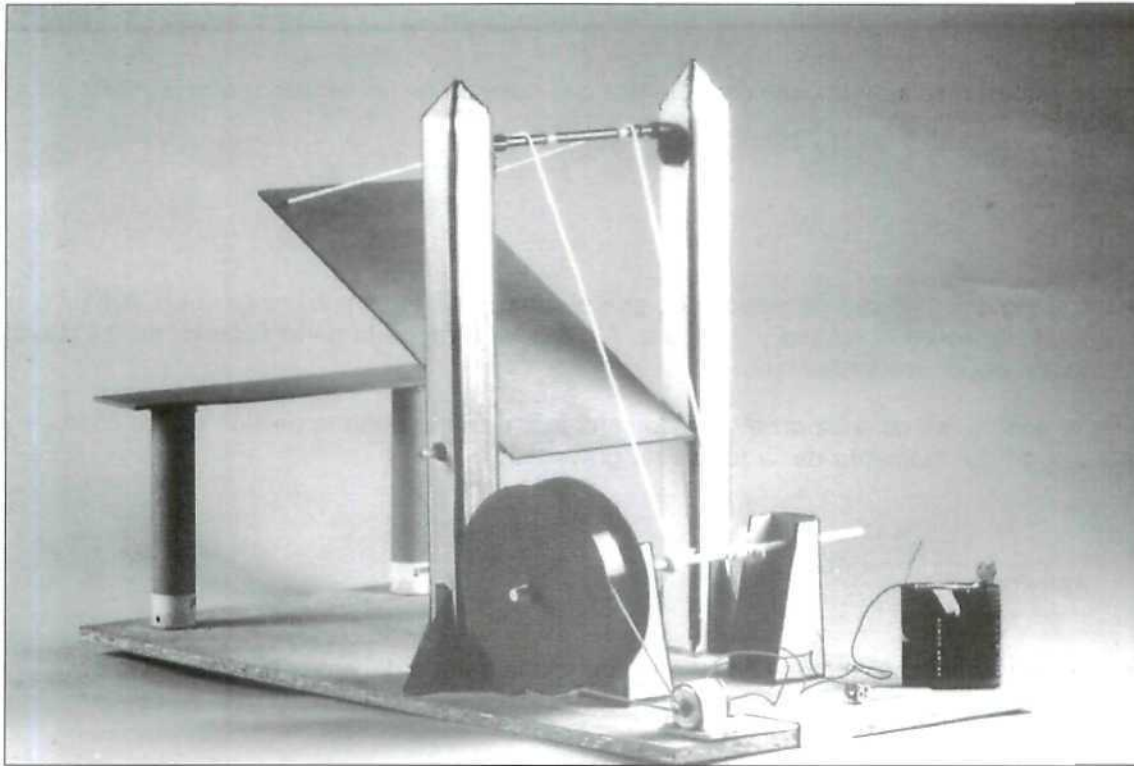


*Estructura móvil del puente levadizo.*

## **Estructura fija**

La estructura fija es claramente asimétrica. A un lado se encuentra una plataforma sobre la que descansa el tablero levadizo cuando el puente está bajado. Se ha realizado con dos pilares contruidos con cartón y una plataforma de madera apoyada en aquellos. Una unión superior entre los dos pilares hace de tope para que el tablero levadizo no vuelque.

En la otra orilla se han construido dos torres de madera, en forma de obelisco, reforzadas mediante contrafuertes de cartón. Dichos contrafuertes tienen forma de triángulo rectángulo y apoyan sus dos catetos en el pilar y en el suelo. Disponen además de una solapa para que la unión con la base sea buena.



*Puente levadizo.*

## **Estructura móvil**

Consiste en un tablero de madera, sujeto en uno de sus extremos por un eje unido a las torres sobre el que puede girar libremente.

## **Estructura de tracción**

Se utiliza un motor eléctrico y un desmultiplicador de velocidad. Los ejes de ambos operadores están dispuestos paralelamente y se hacen solidarios mediante una goma elástica que sirve como correa de transmisión del movimiento. Al polarizar el motor, empieza a enrollarse la cuerda en el torno y se transmite tensión a las mismas, con lo que se ejerce un momento tal sobre el tablero que empieza a girar hacia arriba.

## Estructura de control

El control se realiza mediante la conexión a la pila que polariza en un sentido u otro el motor para que suba o baje el tablero.

## Funcionamiento

Al polarizar el motor en el sentido adecuado, gira el torno y se transmite tensión a las cuerdas, con lo que se ejerce un momento sobre el tablero y este gira. Al llegar al tope de la parte superior de los pilares se para el motor por acción del operador humano.

Para bajar el puente, se polariza en el sentido contrario, disminuyendo la tensión de las cuerdas y bajando el puente por acción del momento de la fuerza de gravedad.



### Actividad 8

Diseñar y realizar un mecanismo de control que controle la parada del motor al llegar a las posiciones finales de subida y bajada.



Envía el diseño a la tutoría.

**V. Con nuestros alumnos y alumnas**





# Presentación de la propuesta de trabajo

## 1. Introducción

Hasta ahora, en las unidades didácticas precedentes, al analizar el método de resolución de problemas como una de las estrategias metodológicas más destacadas en el área de Tecnología, se ha puesto de manifiesto la potencia de dicha metodología en los siguientes aspectos:

- Crear, en el alumnado, hábitos de comunicación del proceso seguido.
- Estimular la selección de los materiales y herramientas más idóneos para proceder a la solución constructiva.
- Analizar y comprobar la viabilidad del proyecto, eligiendo la solución que se adecue a las condiciones iniciales, aún desde el punto de vista económico.
- Habituar a la presentación cuidadosa de las memorias de trabajo. Para ello, debemos proponer la estructura y formato de dicha memoria con flexibilidad. Una manera de organizarla es la propuesta en la unidad didáctica II. Esta propuesta se presenta como apoyo y ejemplificación más que como modelo.



Revisa la estructura de la memoria presentada en la unidad didáctica II: reflexiona sobre su utilidad para evaluar el proceso seguido en la solución de un problema.

Conviene tener en cuenta que, al presentar a nuestros alumnos una propuesta de trabajo que suponga la resolución de un problema técnico, no sólo estamos dando por sentado que éstos pondrán en juego conocimientos tecnológicos, sino también capacidades intelectuales y creativas, además de un conjunto de conocimientos y saberes, teóricos y prácticos, de carácter interdisciplinar. Ello nos muestra que las actividades del área de Tecnología son idóneas para abordar el desarrollo y afianzamiento de capacidades generales y básicas de las personas. Es por ello por lo que la Tecnología puede contribuir con eficacia a la adquisición y desarrollo de algunas de las capacidades a las que atiende la Educación Secundaria Obligatoria: cognoscitivas, de equilibrio personal y de relación interpersonal, así como de inserción en la vida activa.

El enfoque curricular del área tiene como uno de sus núcleos vertebradores la creación de habilidades y la disponibilidad de conocimientos para resolver problemas mediante la tecnología. El proceso de resolución de problemas va desde la identificación y análisis de los mismos hasta la construcción de un dispositivo, máquina o sistema por el que se les da solución. Por ello, es de especial importancia para el profesorado analizar las distintas estrategias y métodos que permiten al alumnado avanzar creativamente en las distintas fases del proceso de resolución de problemas.

La primera cuestión que debemos tener en cuenta es el cuidado con que se debe definir y caracterizar un problema práctico que, por lo dicho anteriormente, no se sustenta sólo en un proceso de resolución como recurso didáctico sino que reconoce en dicha metodología un camino para fomentar la dimensión educativa, cultural, del área de Tecnología. La correcta definición del problema que llevemos al aula garantiza, en cierta medida, su interpretación adecuada, la comprensión inicial de algunos de los procesos físicos que comporta, y el avance de algunos conatos de solución dentro de los condicionamientos que impone la realidad.

Un problema bien planteado es también un factor que refuerza la motivación del alumnado. Se trata de conseguir que los grupos de alumnos y alumnas muestren apertura hacia la propuesta y valoren el interés y la importancia de resolver el problema. En ocasiones, puede contribuir a ello la participación de los grupos en la toma de decisiones sobre las características generales del producto que se quiere obtener: la selección de técnicas y fuentes de información, o de los materiales y herramientas. Tampoco conviene perder de vista que se produce progresivamente una maduración en los grupos de alumnos. Por tanto, sus necesidades, experiencia y capacidades hacen que, aunque siempre prefieran vías concretas para analizar las posibles soluciones, sea necesario afianzar su formación con experiencias en las que la previsión y planificación vayan cobrando mayor relieve, con propuestas de trabajo abiertas en las que gane protagonismo la capacidad de decisión del grupo de alumnos en todas las fases del proceso.

## 2. Condiciones básicas de la propuesta planteada

Condición inexcusable de la propuesta es ser tal que no extralimite las posibilidades de los alumnos: si la dificultad y el esfuerzo que supone para la madurez y conocimientos de los alumnos no se ha calibrado convenientemente su consecuencia suele ser la ilusión y el entusiasmo iniciales seguidos del desánimo posterior.

Si existe una regla que pueda orientar al profesorado es la siguiente: partir, en la medida de lo posible, de lo conocido y experimentado por el grupo de alumnos.

Se trata de adecuar el uso de la metodología de resolución de problemas a la madurez de los grupos. En las primeras etapas, conviene estimular en el grupo de alumnos la comprensión de que lo importante es relacionar las diversas ideas iniciales que vayan proponiendo con su ejecución y evaluación, pero subrayando que no se trata de atenerse a una secuencia rígida de actividades. Conviene que el método y sus fases se planteen como un resultado vivido a través del proceso de trabajo realizado: la misión del profesor consiste en contribuir, mediante el diálogo, a hacer explícito el proceso seguido.

Cuando más maduros y experimentados son los grupos de alumnos en mejores condiciones están de reflexionar sistemáticamente sobre el proceso y sus momentos, por lo que siempre será oportuno reforzar la formalización de la metodología de resolución de problemas proponiéndoles:

- Analizar el problema planteado;
- Buscar información acudiendo a fuentes diversas —revistas, libros especializados, enciclopedias e historias de las tecnologías—; personas expertas en los temas vinculados con el problema; bibliotecas y recursos externos al centro educativo y, si es posible, bases de datos remotas;

- Explorar estrategias creativas analizando soluciones aportadas por el desarrollo de las tecnologías en el presente y a lo largo de la historia;
- Planificar cuidadosamente las tareas de acuerdo con una distribución previa de las mismas entre los componentes del grupo;
- Experimentar las soluciones y modificarlas desde la evaluación.

### 3. El rol del profesorado en la presentación de la propuesta

El rol didáctico del profesor en la fase inicial de la presentación de la propuesta puede ejemplificarse en intervenciones como las siguientes:

- Apoyar la organización inicial de las tareas.
- Instar a la reflexión y el análisis antes de comenzar a bosquejar la solución.
- Realizar pequeños croquis del proyecto o solución provisoria que vaya aportando cada grupo de trabajo para facilitar su análisis.
- Analizar en cada pequeño grupo el dibujo a mano alzada realizado por los alumnos para debatir la posible solución del problema.

Cuando cada grupo ya haya perfilado el estudio previo de la propuesta, con una planificación inicial y un reparto de tareas dentro del grupo, conviene que el profesor subraye la necesidad de prever todas las fases el proceso, incluida la evaluación (del proceso y de sus resultados).

Una contribución inestimable del profesor consiste en el análisis de los comportamientos de los grupos para detectar las capacidades de cada uno: una de sus tareas en relación a la maduración de los grupos y los individuos se concreta en saber explotar las características y estilos de cada uno de ellos. Entre estos últimos cabe destacar los estilos comunicativos de los grupos: conviene que el profesor estimule inicialmente las modalidades en las que cada grupo se sienta más seguro: la comunicación oral; la comunicación mediante la manipulación de objetos; o la comunicación mediante el dibujo. Pero sin perder de vista que el objetivo final es apoyar el desarrollo, en el alumnado, de la capacidad para expresar y transmitir ideas y decisiones adoptadas en la realización de proyectos tecnológicos mediante diversos códigos de comunicación gráficos y verbales...

No podemos perder de vista las actitudes que se generan en alumnos y alumna con la propuesta de trabajo: creación de expectativas, por una parte; pero también aceptación acrítica de la misma, por la otra.

Una actitud básica que debe potenciar el profesor o profesora en el alumnado es la autoconfianza, con la creación de un clima donde chicos y chicas puedan expresarse con distensión, exponer ideas y pretensiones (el análisis vendrá después), y valorar las dificultades que se encontrarán.

Desde el punto de vista de la consolidación de los hábitos de trabajo, resulta básico crear condiciones para proceder con orden y método, señalando a los grupos los pasos a seguir; no debemos olvidar la importancia de potenciar las iniciativas individuales y de los grupos; el profesor tiene la capacidad de estimular la participación orientando —hasta que los grupos sean autónomos— la distribución de las tareas, de modo que cada alumno aporte al grupo su saber hacer.

#### 4. Algunos recursos para facilitar el interés por la propuesta y su análisis inicial

Un recurso para facilitar la mejor comprensión del problema puede ser el de presentar la propuesta a un grupo de alumnos con una cierta dosis de reto en su planteamiento, por ejemplo, conseguir que un móvil se desplace por una superficie produciendo efectos encadenados. La propuesta, que en principio puede ser indeterminada, se matizará con las aportaciones de los alumnos, aunque en este punto el profesor oriente la aportación de ideas por parte de los alumnos: si se trata de los primeros proyectos donde se presente un problema práctico, debe procurarse que los alumnos vayan asimilando en su actividad los primeros conceptos y procedimientos básicos: la idea de proyecto, sus primeras experiencias de planificación, la selección de algunos de los materiales y herramientas como ocasión para conocerlos y utilizarlos. Este puede ser un momento idóneo para iniciar el cultivo de actitudes vinculadas con el respeto a las normas de seguridad y el uso y la conservación de los materiales y herramientas. Por ello, siempre conviene instar a desechar objetos o materiales que supongan riesgos para la seguridad en el aula.

A pesar de que el profesor se esfuerce por presentar una propuesta motivadora y clara para la resolución de un problema técnico, ello no elimina las incertidumbres y preocupaciones de los alumnos: por ejemplo, la preocupación que crea la limitación que imponen las condiciones del problema; conviene, en este caso, promover la reflexión sobre el valor de pensar antes de hacer para que las condiciones se conviertan en factores que potencien el diseño de algunas soluciones.

Suelen ser frecuentes también las dudas sobre la procedencia de incorporar en el diseño objetos o elementos ya creados. El profesor puede aprovechar la situación para introducir la metodología del análisis de dichos objetos desde diversos puntos de vista: técnico, funcional, social, con el objeto de mejorarlo o producir innovaciones y contribuir a una solución constructiva más creativa. Por ejemplo, si algún grupo propone que el móvil empleado sea un coche de juguete, el profesor puede proponer analizar el sistema empleado para producir el desplazamiento del mismo.

#### Recuerda



Todo problema que se pretende resolver requiere de un diseño, una ejecución y la evaluación. Conocer estas fases y sus repercusiones prácticas supone haber alcanzado la síntesis que aporta la actividad de resolución de problemas. Proponer a los alumnos una reflexión sobre la vía prevista

para ir del planteamiento de un problema a su solución da pie para conocer cómo se piensa (contribución al desarrollo de capacidades metacognitivas).

## 5. Actividades útiles para facilitar la presentación y análisis de la propuesta a la clase

Las técnicas que se citan a continuación pueden tener utilidad tanto para el profesor que presenta una propuesta de trabajo, orientando su análisis, como para los grupos de alumnos y alumnas que inician su tarea procurando comprender el problema planteado, discriminando los elementos que lo constituyen. Dichas técnicas de trabajo consisten en la confección de bocetos y croquis que ilustren la propuesta; la lectura e interpretación de gráficos y planos que ejemplifiquen soluciones al problema presentado; la lectura de revistas y libros especializados que aporten la información necesaria.

Entre los recursos metodológicos disponibles para facilitar tanto la presentación del problema como la recogida de información para apoyar el análisis de la propuesta correspondiente, el profesor puede optar por el empleo de la observación directa de objetos, las visitas a museos, los pequeños trabajos de campo; o por la observación indirecta mediante el visionado de documentos audiovisuales, fotografías, diapositivas, gráficos, transparencias, o el estudio de maquetas.

Se puede apoyar y estimular la fase inicial del trabajo de nuestros alumnos y alumnas:



- Con intervenciones didácticas, destinadas a potenciar la comprensión y el análisis de la *propuesta de trabajo*.
- Con intervenciones de orientación, potenciando actitudes de confianza para expresar y de comunicación con los demás.

## 6. Valor cognitivo de las primeras fases del método de resolución de problemas

En la fase inicial del trabajo de los grupos de alumnos, a partir de la propuesta, se puede esperar razonablemente que el empleo de la metodología de proyectos pueda contribuir al desarrollo cognitivo en los siguientes aspectos:

- Estimular la capacidad para percibir con claridad y precisión la información contenida en el problema. Se facilita cuando el planteamiento es simple, sencillo y familiar, anclado en lo que el alumno conoce y ha experimentado. Sin duda, también puede ocurrir que, sobre la base de una fuerte motivación, se produzca la precipitación en las respuestas de los grupos, por lo que el riesgo que se corre, y que el profesor debe controlar, es el de la incapacidad para ir tratando la información de manera sistemática y planificada.

- Cultivar la comprensión espacial, primero a través del boceto y el croquis, más adelante mediante el empleo de las diversas normativas.
- Usar fuentes diversas y múltiples de información.

En la fase de análisis del problema o la situación, se puede apoyar en los grupos el desarrollo de capacidades para:

- Definir el problema, indicar qué pide, cuáles son los aspectos que deben acotarse y cómo detectarlos.
- Seleccionar la información pertinente para la resolución del problema.
- Planificar la conducta y las actividades del grupo y sus miembros centrándose en la capacidad para prever la meta a alcanzar con la información recogida. Tengamos en cuenta que puede ser necesario preparar un apoyo específico para aquellos alumnos que muestren cierta incapacidad para anticipar respuestas por la dificultad de representar e interiorizar un problema.
- Realizar una comunicación explícita. En este aspecto, puede ser preciso que el profesor prepare alguna actividad de refuerzo para aquellos alumnos que muestren dificultad para responder de manera completa o para verbalizar las respuestas.
- Responder por ensayo y error cuando se ensayan mentalmente soluciones diferentes al mismo problema.
- Efectuar un transporte visual, representando el modelo u objeto visualmente con las condiciones que impone el problema.

### Actividad recomendada



Se propone crear algunos recursos didácticos para apoyar la actividad de los grupos en la fase de presentación y análisis de la propuesta de trabajo. Parte del siguiente supuesto: el problema por resolver es el citado en el apartado 3 de esta misma unidad didáctica: «Conseguir que un móvil se desplace por una superficie produciendo al menos cinco efectos encadenados».



Puedes valerte, entre otros recursos, de bocetos, croquis, análisis de sistemas de efectos encadenados existentes..., a través de los cuales estimules la comprensión del problema planteado. Envía información a la tutoría sobre el trabajo realizado.

## **VI. Entre máquinas y herramientas**





## La cinta adhesiva

Se trata de un operador constituido por una cinta de material plástico con ancho y espesor variables que se presenta comercialmente en forma de rollo. Uno de sus lados se encuentra impregnado de un material adherente. El otro lado presenta un acabado más o menos liso según los modelos.

Pueden ser de diversos colores y texturas dependiendo de su aplicación. Así, la cinta adhesiva para papel suele ser de celofán transparente, mientras que la cinta adhesiva para usos eléctricos suele ser de plástico aislante de diversos colores.

Se trata de un operador muy fácil de encontrar, barato y de uso sencillo. Es ligera y puede ser retirada cuando se desee sin alteración de lo pegado, lo que le ha dado cierta imagen de operador útil para reparaciones temporales.

Se adapta bien a cualquier forma de superficie y es sensible a las temperaturas extremas debido a su composición plástica. En cuanto a sus propiedades mecánicas, es muy resistente a la tracción en dirección paralela a la superficie de pegado, pero no así a tracción perpendicular a la superficie pegada.

Se pueden mejorar sus características mecánicas uniendo distintas cintas entre sí, bien pegándolas unas encima de otras o juntando sus caras adhesivas. Aunque el pegamento no es excesivamente fuerte, basa su efectividad en la gran superficie de contacto que tiene la cinta frente a su peso. Por ello, cuando no existe una superficie lisa lo suficientemente grande, la cinta no pega bien.

El área de pegado disminuye cuando interfieren partículas entre la superficie engomada de la cinta y el substrato.



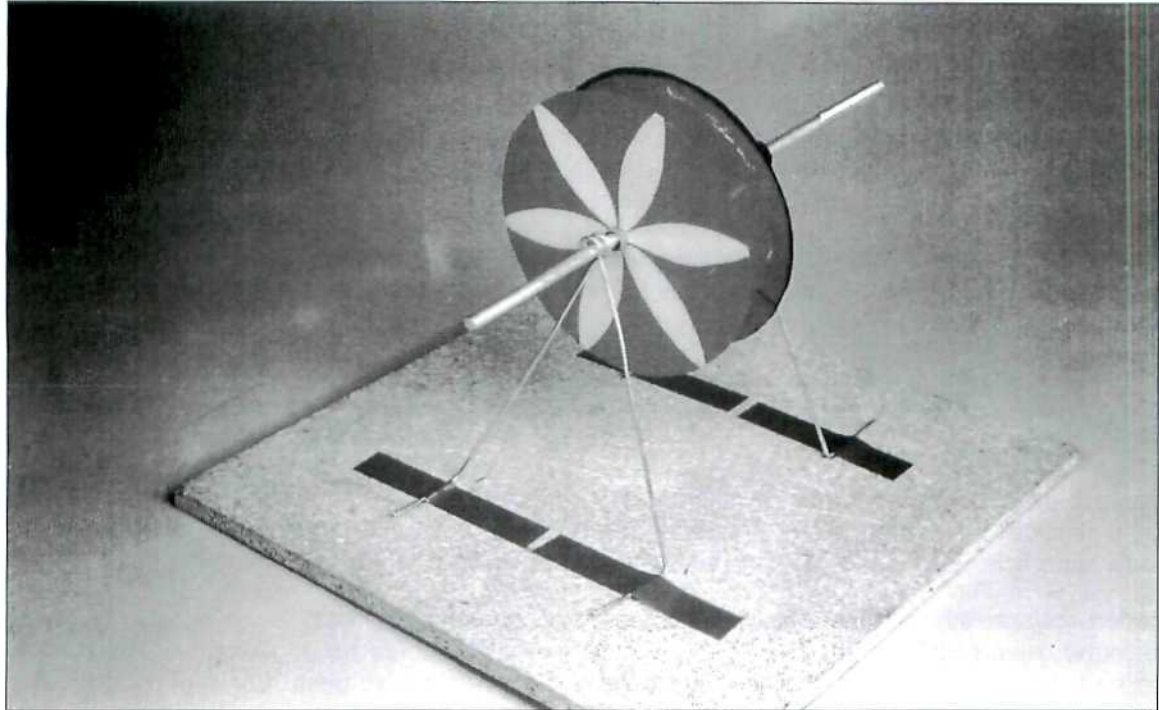
### Actividad 9

Realizar un soporte con una cinta adhesiva de plástico, de manera que se puedan colgar pesos. Probar cuánto peso soporta el sistema según la tensión sea aplicada paralela o perpendicularmente a la superficie de adherencia. Mejorar el sistema mediante el pegado de varias cintas.



Realizar un informe con los distintos tipos de cintas adhesivas que pueda encontrar en el mercado, explicando sus aplicaciones y enviarlo al tutor o tutora.

Otra característica interesante de la cinta es su flexibilidad. En determinadas aplicaciones, como en el caso del lomo de un libro, es necesario que además de proporcionar la unión de las páginas, ésta se mantenga al deformarse por el efecto de la apertura del mismo.

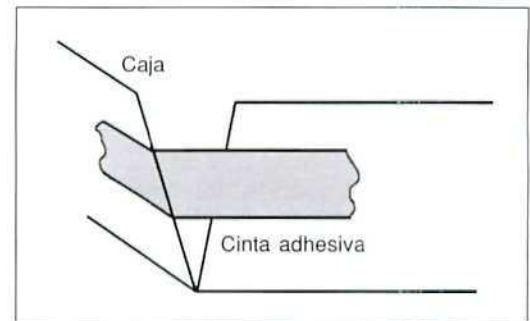


*Refuerzo realizado con cinta adhesiva.*

Tal y como se observa en la fotografía, cuando una sola cinta no ofrece la tenacidad necesaria, se utilizan los refuerzos. Estos refuerzos se pueden realizar con cinta ofreciendo una mayor superficie pegada.

Por ejemplo, en el caso de intentar pegar una esquina de una caja, debemos observar que el esfuerzo se va a producir hacia fuera cuando la llenemos, por ello la mejor solución es pegar perpendicularmente la cinta a la unión.

Hay otra serie de utilidades más artísticas de la cinta adhesiva. Por ejemplo, la cinta de embalar se puede usar como relleno de cojines o para hacer colinas en un diorama.



Se pueden observar los ejemplos realizados con gomas elásticas y azulejos.

## VII. Bibliografía



**1. Puentes históricos de la Comunidad de Madrid**

Carmen Andrés, Ed. Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid. 1989. Es un libro muy interesante como introducción a la historia de los puentes, y da una idea de cómo se construyeron muchos de ellos, sin perder sencillez en la exposición.

**2. Física. Volumen I: mecánica**

Marcelo Alonso y Edward J. Finn, Ed. Fondo educativo interamericano, S.A.

México. 1976. Es una lectura muy recomendada para aquellos que tengan verdadero interés por conocer los principios físicos del movimiento. Son de especial interés los capítulos sobre cinemática y trabajo.

**3. Códice Atlántico (Biblioteca Ambrosiana Milán) y Tratado del Agua (Biblioteca Reale Turín). Leonardo da Vinci, ed. facsímil.**

Son unas maravillosas colecciones de dibujos y apuntes de Leonardo. En muchos de ellos se puede ver la aplicación genial de los más básicos principios físicos.



## VIII. Glosario





- ALMA: interior de una viga, generalmente de un material muy resistente.
- BALIZAR: marcar generalmente con luces un punto o puntos concretos.
- CELOSÍA: enrejado que se pone en las ventanas.
- COAXIAL: que comparte un mismo eje longitudinal.
- CRUCES DE SAN ANDRÉS: cruz en forma de aspa.
- DURÓMETRO: instrumento que por presión mide la dureza de los materiales.
- HORMIGÓN PRETENSADO: es un tipo de hormigón que se somete previamente a tensiones en las zonas donde se prevén esfuerzos considerables.
- IMPEDANCIA: parámetro eléctrico dependiente de la frecuencia que caracteriza el paso de una corriente eléctrica por ella.
- PÉNDULO DE CHARPY: instrumento con forma de péndulo que al girar golpea un material del que se desea conocer su resistencia al impacto o resiliencia.
- RELÉ: conmutador eléctrico mediante la variación de flujo de un solenoide.
- RESILIENCIA: resistencia de los materiales al impacto brusco.
- RESISTOR: componente electrónico que presenta una cierta resistencia conocida al paso de la corriente eléctrica.
- SATÉLITE DE ÓRBITA BAJA: aquellos no geoestacionarios que se mueven en órbitas elípticas.
- TELÉMETRO LÁSER: aparato para medir distancias basado en reflexiones de haz láser.
- VANO: tramo de puente entre pilares.
- VOLANTE DE DESMULTIPLICACIÓN: objeto circular de masa apreciable que se utiliza a la vez como polea y como volante de inercia.



## **IX. Soluciones a las actividades propuestas**



En el presente apartado no se pretende dar una solución completa y exhaustiva de cada una de las actividades propuestas en la presente unidad, sino dar las líneas maestras de cómo acometerlas. De esta forma damos rienda suelta a la utilización de los recursos e imaginación propios y adquirimos mediante la experiencia el aprendizaje buscado.

### Actividad 1

Al describir el puente de tu ciudad, debes tener en consideración los tipos de puentes descritos en la presente unidad. Se puede hacer una plantilla con el fin de catalogar no sólo uno, sino varios. También sería recomendable el disponer en esa plantilla de dibujos de los puentes para distinguirlos fácilmente.

### Actividad 2

Para realizar con poliestireno (corcho blanco) prismas ortogonales, hay que usar un simple cuchillo. Su forma ha de ser de paralelepípedo con un espesor inferior al de su anchura para que flote bien. Una vez cortados, se pueden unir con una cuerda o goma elástica para que no se desmembren. Y sólo quedaría colocar una lámina de manera que dé rigidez al conjunto y distribuya los pesos entre cada uno de los prismas.

### Actividad 3

Notarás que según se va cambiando de marcha, cuesta arriba, va costando más esfuerzo pedalear y cuesta abajo se va más deprisa.

### Actividad 4

Suponiendo que la masa de las ruedas se concentra en el extremo, lo cual es una buena aproximación,  $I = \text{masa} \times \text{radio}$ . Con lo que  $I_1 = 4$ ,  $I_2 = 7$  e  $I_3 = 9$  Kilopondios por metro cuadrado.

### Actividad 5

Hay que tener cuidado al medir los volantes, ya que el automóvil puede estar caliente.

### Actividad 6

Al construir un sistema de barreras para un puente debemos escoger los operadores tecnológicos a utilizar. Algunos de ellos son palancas con contrapesos, sensores por cierres o aperturas de contactos, etc.

Lo que debemos asegurar siempre es que en todos los casos en los que el puente esté abierto, las barreras deben estar cerradas. Para garantizarlo debemos tener en la barrera un enclavamiento que bien puede ser realizado con un electroimán.

### Actividades 7 y 8

Hay que utilizar un sensor, que puede ser eléctrico, para desconectar el motor al llegar al final de la carrera. Envía el diseño propuesto.

### Actividad 9

Dispuesto el peso perpendicularmente a la cinta pegada, ésta sólo aguanta del orden de los 400 gr, mientras que paralelamente aguanta varios Kg sin romperse. Estos datos varían con el tipo de cinta utilizada.















**MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA**

**SECRETARÍA GENERAL DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL**

**Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación**

