

LA FÍSICA

de las atracciones



Cotidianamente estamos viviendo fenómenos que tienen que ver con la energía, su conservación y transformación. Estos conceptos se tratan implícitamente en todos los niveles educativos. Dado lo complejo del concepto de energía y lo intuitivo de su asimilación, desde el punto de vista didáctico, una manera eficaz de aproximarse a su comprensión es a través del conocimiento de sus manifestaciones, sus procesos de transformación, los distintos tipos y sus fuentes, ligando la construcción de este concepto al ámbito experiencial del alumnado.

Con la propuesta que aquí se plantea, pretendemos facilitar la unión entre la interpretación teórica de estos conceptos físicos y la experiencia vivida en atracciones de Isla Mágica.

Hemos elaborado este material con el objetivo de:

Utilizar la motivación y la aportación experimental generada por la visita a Isla Mágica para acercarnos al concepto de energía y facilitar la comprensión del principio de conservación de la energía y sus consecuencias.

Los contenidos planteados están caracterizados:

- ✓ Por la presencia en Isla Mágica de atracciones en las que se hace muy evidente, a través de la vivencia, la existencia de conceptos como aceleración, energía potencial, energía cinética,...

LÍNEA DEL TIEMPO

1555. De Medina presenta la técnica de la Amalgama de la plata.

1556. Abdica Carlos I en Felipe II.

1557. Bruler inventa la prensa de husillo para acuñar monedas.

1558. Muere Carlos I en Yuste.

1559. Reinhold expone que las trayectorias de la Luna y Mercurio son elípticas.

- ✓ Porque las atracciones de Isla Mágica nos dan la oportunidad de aproximarnos a la "energía" desde distintos aspectos:

Las Fuentes

Los Tipos

Su Transformación

Sus Manifestaciones

- ✓ Y por el carácter curioso y significativo que tiene la reflexión y la aplicación de estos conceptos a la vida cotidiana.

La línea de contenidos tiene como referencia las atracciones existentes en el Parque. Partimos en nuestra explicación del tobogán, sobre el que basamos el desarrollo teórico de esta propuesta y terminamos con "El Jaguar", que es el más complejo desde el punto de vista físico.



Esta propuesta se estructura según el siguiente esquema:

- ✓ **Objetivo en torno al que se estructuran los contenidos y actividades:**
 - Estudiar distintas situaciones vividas en las atracciones de Isla Mágica, con la intención de facilitar la comprensión del principio de conservación de la energía.
- ✓ **Estructura de los contenidos:**
 - Introducción sobre el funcionamiento de las atracciones desde el punto de vista energético.
 - Cuadros de datos, sobre el funcionamiento y condiciones técnicas de las atracciones. De ellos se pueden generar problemas de distinta índole sobre el funcionamiento físico de las mismas.
 - Datos curiosos y anécdotas, con la intención de ser útiles para amenizar las explicaciones y la reflexión sobre los temas propuestos.
 - Fórmulas y ecuaciones que permiten hacer una interpretación matemática de estos conceptos.
 - Actividades para realizar con el alumnado de Educación Primaria y Secundaria.



LÍNEA DEL TIEMPO

- 1560. Nicot introduce el cultivo de tabaco en Europa.
- 1561. Nace Góngora.
- 1562. Nace Lope de Vega.
- 1563. Se inicia la construcción de El Escorial.

EL TOBOGÁN

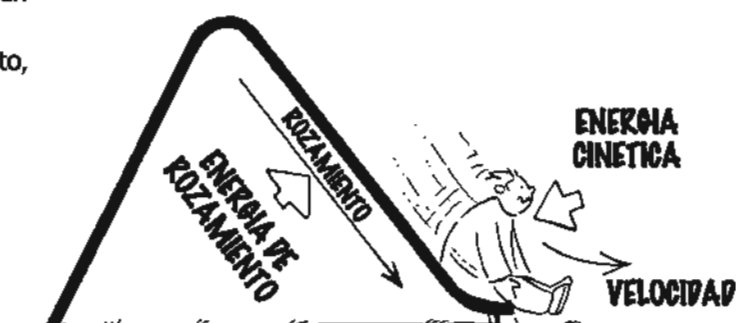
Entendiendo lo más sencillo

Su funcionamiento se puede expresar de una forma muy sencilla

“Lo que le das, es lo que de él, recibes”

- ✓ **“LO QUE LE DAS”** es tu esfuerzo físico, sin el cual no podrías disfrutar de la bajada. El esfuerzo físico que vas haciendo al subir lo obtienes de tu energía muscular; cuanto más pesemos y cuanto más alto sea el tobogán mayor será la energía muscular consumida. Al final tu esfuerzo te ha llevado a la cima del tobogán dotándote de lo que llamamos Energía Potencial. La Energía Potencial acumulada proviene, por tanto, de la energía muscular gastada en la subida.

- ✓ **“LO QUE RECIBES”** son dos cosas:
- Velocidad en la caída.
 - Rozamiento con la superficie y el pasamanos del tobogán.



Asociada a la velocidad se define la Energía Cinética. Asociada al rozamiento definimos la Energía de Rozamiento, que se manifiesta, a veces dolorosamente, en forma de calor.

Por tanto, la Energía Potencial acumulada en la subida, la devuelve el tobogán en la bajada como Energía Cinética y Energía de Rozamiento.

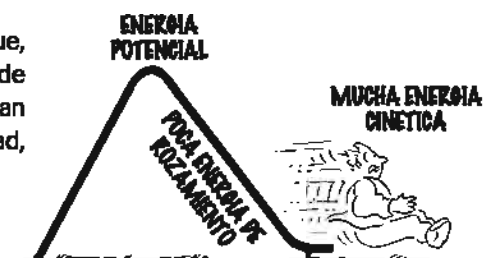
Energía Potencial = Energía Cinética + Energía de Rozamiento

LÍNEA DEL TIEMPO

1564. Nacen Shakespeare y Galileo Galilei.
1565. Expedición de Legazpi a Filipinas.
1566. Se introducen nuevos cultivos en Europa.
1567. Wulf de Senftenberg. Minas de pólvora con encendido a distancia.

1568. Expedición de Saldaña a las Islas Salomón.
1569. Mercator: proyección cónica de los mapas.
1570. Fundación de Manila.

Las energías cinéticas y de rozamiento están así relacionadas de manera que, para la misma altura del tobogán y por tanto de energía potencial, mucho de una, supone poco de otra. Así todos los toboganes en su funcionamiento oscilan entre dos extremos representados en los dibujos, y por motivo de seguridad, al diseñarlos habrá que situarse en la situación intermedia.



Queda por aclarar de dónde procede la energía potencial que utilizamos en la caída. La respuesta es la que obtenemos de energía muscular, que a su vez, proviene de los alimentos que consumimos. Esto nos permite calcular la cantidad de cierto tipo de alimento que necesitaríamos para subir al tobogán, pero ¿de dónde obtienen los alimentos su energía?...

Energía
Almacenada en
los Alimentos



Energía
Muscular



Energía
Potencial



Energía
Cinética

Energía de
Rozamiento

Tenemos así una cadena de energías que se transforman unas en otras de manera que no es posible obtener una si no es a costa de, al menos, una de las otras, por un proceso de transformación. De esta, el tobogán es un buen ejemplo. Este principio que se cumple de forma universal se conoce como:

**PRINCIPIO DE
CONSERVACIÓN
DE LA ENERGÍA**

Fundamentación Teórica

La Energía Potencial

Depende:

- De tu Masa, **M**. Cuanto más grande sea, más esfuerzo te costará subir al tobogán y mayor será la Energía Potencial.
- De la intensidad con que la Tierra tira de ti hacia el suelo, que suele representarse por la letra **g**.
- De la altura del tobogán, **h**. Cuanto más alto sea el tobogán, mayor será la energía acumulada.

Energía Potencial se puede calcular multiplicando **M, **g** y **h**.**

- La masa debes expresarla en Kg.
- **g**, conocida como aceleración de la gravedad vale 9,8 m/seg² en la superficie terrestre.
- La altura **h** debes expresarla en metros.

$$\text{ENERGÍA POTENCIAL} = M \cdot 9,8 \cdot h$$

Calculada así la Energía Potencial se mide en Julios.

Si multiplicas este resultado por 0,24 el resultado es en Calorías.

Asociada a la velocidad se define la Energía Cinética que calculamos así:

$$\text{ENERGÍA CINÉTICA} = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

Información complementaria para el desarrollo del tema

El mayor "tobogán" natural conocido no se encuentra en la Tierra, sino en Miranda, un satélite de hielo del planeta Urano, situado a 2.800 millones de Km. del Sol, se le calcula una altura de unos doce Km. y lo descubrió la nave Voyager II en 1986, tras un viaje de 9 años por el sistema solar.

LÍNEA DEL TIEMPO

1571. Nace Kepler, inventor del telescopio.

1572. Ticho Brahe cataloga las estrellas y construye instrumentos de observación.

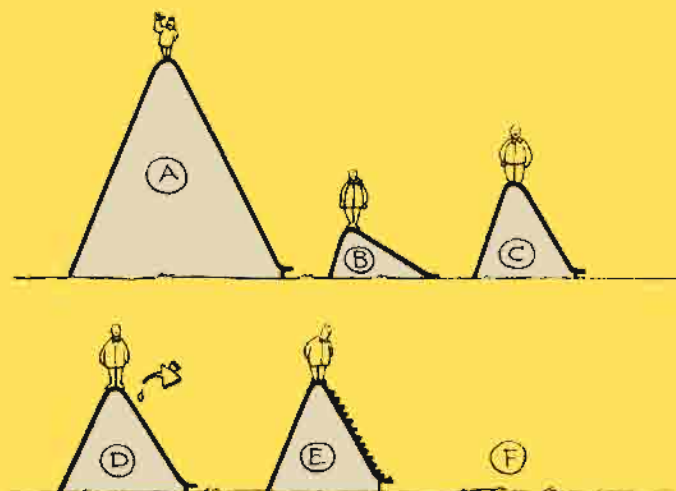
ACTIVIDADES. Educación Secundaria

► Puedes rellenar el cuadro que sigue en el que tienes que calificar de 1 a 3 los apartados que se indican y con la siguiente clave:

1.- Poco/a • 2.- Aceptable • 3.- Mucho/a

Como ves, tienes una fila (F) para inventarte tu propio tobogán y calificarlo.

Tipo de Tobogán	Energía Potencial	Energía de Rozamiento	Velocidad	Energía Cinética	Seguridad
A					
B					
C					
D					
E					
F					



IGUAZÚ y ANACONDA

Por el agua casi sin rozamiento



Fundamentación Teórica

Hay que tener en cuenta que para calcular la velocidad de salida de la barcaza tenemos que aplicar lo que ya conocemos de la transformación de energía. En el caso del Iguazú y de la Anaconda admitimos que no hay energía de rozamiento, así tendremos que:

Energía utilizada en subir la barcaza = Energía Potencial = $M \cdot g \cdot h$.

Energía Potencial = Energía Cinética + Energía de Rozamiento

Si la Energía de Rozamiento es nula, la Energía Cinética = $\frac{1}{2} Mv^2$,

ENERGÍA CINÉTICA = ENERGÍA POTENCIAL

$$\frac{1}{2} Mv^2 = M \cdot g \cdot h$$

(La velocidad en m/seg, si g y h las utilizas en m/seg² y m respectivamente).

IGUAZÚ

Para conseguir emociones más fuertes, utilizando el principio de conservación de la energía, observarás que obtendremos más energía cinética y, por tanto, más velocidad, si reducimos todo lo posible el rozamiento. Esto se consigue espectacularmente en el Iguazú y la Anaconda.

En el Iguazú, la energía potencial se obtiene no de nuestro esfuerzo muscular, sino de la energía mecánica que nos aportan los motores que hacen subir la barcaza hasta la parte más alta y que a su vez transforman la energía eléctrica que reciben.

Una vez en el punto más alto, la barcaza cae, casi sin rozamiento y por tanto adquiriendo gran velocidad.

LÍNEA DEL TIEMPO

1573. Fco. de Toledo, Virrey de Perú, reglamenta el sistema de la Mita.

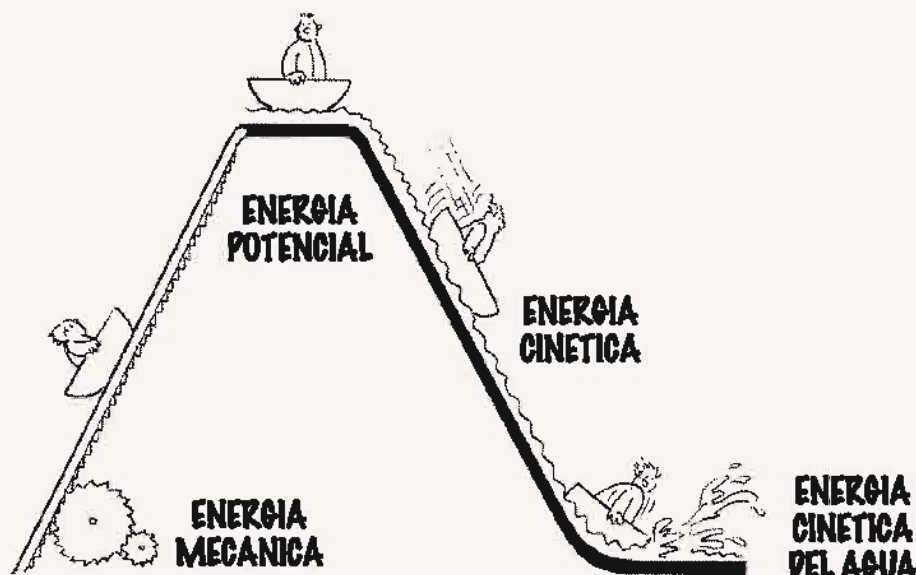
1574. Antonio Ricardo instala la primera imprenta en Perú.

1575. Cardano: Resolución de ecuaciones de tercer grado.



Ficha Técnica

Iguazú es una atracción de tipo acuático. Esta situada en el extremo Noroeste de Isla Mágica. Tiene una subida y un tobogán recto (sin badén o joroba de camello). Veinte pasajeros cómodamente sentados en una barcaza plana, ascienden una colina, de 17 metros de altura, con una vegetación exuberante. Después de circunvalar la cima de la misma, inesperadamente se precipitan desde una altura de 15 metros, a más de 60 Km./h. sobre un lago, "amerizando" con gran estrépito y una enorme cortina de agua, que refresca a los intrépidos viajeros y visitantes curiosos. Los barcos volverán de nuevo a la estación después de pasar por debajo de un puente panorámico.



Longitud de Trazado	Altura caída	Velocidad Máxima	Capacidad por Barco
243 metros	15 metros	61 km/h.	20 pasajeros (5x4)
Peso de los Barcos	Número de Barcos	Capacidad	Potencia Instalada
20.000 Kgs.	5	1.600 pasajeros/hora	214 Kw.

LÍNEA DEL TIEMPO

- 1576. Burbage construye el primer teatro permanente y público de Londres.
- 1577. El Greco llega a Toledo.
- 1578. Se publica el primer catálogo de hidrografía marítima.

ANACONDA

Anaconda viene a ser una montaña rusa donde el agua hace el papel de "rueda" para las barcas, con la diferencia de que casi toda la energía cinética en la

salida de cada tobogán, se pierde al transmitírsela al agua, que sale disparada delante de ellas en forma de ola y salpicaduras.

Ficha Técnica

Anaconda es una atracción clásica. Simula una aventura a través del valle de un río, encajada entre dos montañas de la jungla. Los pasajeros se embarcan en botes tematizados como troncos, con capacidad para seis personas, ascienden a lo alto en las colinas y al modo practicado por los nativos, se precipitan por las cascadas, para caer con gran estrépito en las turbulentas aguas del río. Esta aventura se repite por tres veces dejando a los visitantes y espectadores descuidados, totalmente mojados, si no han sido previsores y han olvidado su ropa de agua. Cascadas, puentes y una cuidada tematización hacen que esta atracción sea de las preferidas y más refrescantes de la exploración de Isla Mágica.

Longitud de Trazado	Altura caída
612 metros	8,1 metros 9,0 metros 17,6 metros
Tiempo de Recorrido	Capacidad por Bote
366 seg.	6 adultos/8 niños
Capacidad	Peso de los Botes
1.540 Pasajeros/hora	600 Kgs.
Potencia Instalada	Número de Botes
395 Kw.	28



LÍNEA DEL TIEMPO

- 1679. Della Porta inventa la telegrafía acústica.
- 1680. Nees Quevedo.
- 1681. Mercati organiza la primera galería mineralógica de Europa.
- 1682. Maurico monta una bomba para suministrar agua a las ciudades.
- 1683. Humphrey Gilbert explora las costas de Terranova.
- 1684. Walter Raleigh funda la primera colonia inglesa en América: Virginia.

Información Complementaria para el Desarrollo del Tema

En los saltos de agua de la naturaleza, parte de la energía cinética se invierte en erosionar la base de la catarata, lo que acaba desmoronando la roca. Así por ejemplo, se ha calculado que las grandes cataratas del Niágara (EE.UU./Canadá), con un salto de unos 50 m., han retrocedido alrededor de 13 Km. en los últimos 12.000 años.

Algunas cataratas importantes y su altura de salto

Salto Angel	Venezuela	979 m.
Tugela	KwaZulu-Nata (Sudáfrica)	948 m.
Cuquenán	Venezuela	610 m.
Sutherland	Nueva Zelanda	580 m.
Takakkaw	Canadá	503 m.
Rey Jorge VI	Guyana	488 m.
Gavarnie	Francia	422 m.
Krimmler	Austria	381 m.
Silver Strand	California	357 m.
Wollomombi	Australia	335 m.
Gersoppa	India	253 m.
Victoria	África austral	122 m.
Iguazú	América del Sur	64 m.
Niágara	Canadá	50 m.



ACTIVIDADES. Educación Secundaria

- Averigua cuál es la velocidad máxima en kilómetros por hora que puede alcanzar la barcaza del Iguazú en la caída.

Velocidad máxima de la barcaza

Km/h

- Con los datos técnicos puedes calcular las velocidades de salida de cada tobogán de la Anaconda.

Velocidad máxima de la barcaza en el tobogán 1

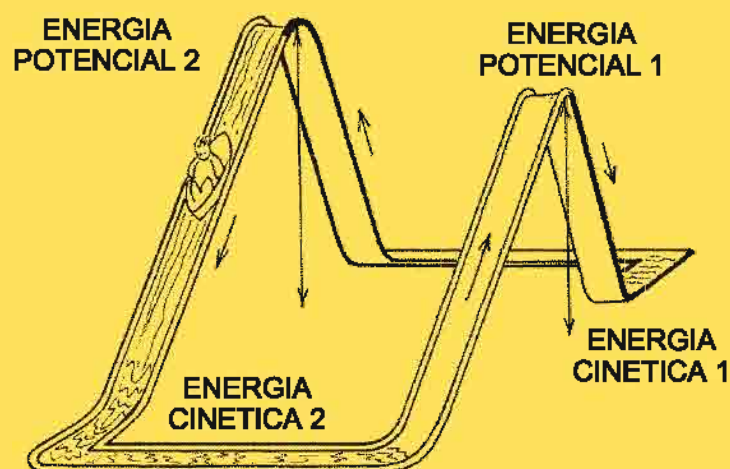
Km/h

Velocidad máxima de la barcaza en el tobogán 2

Km/h

Velocidad máxima de la barcaza en el tobogán 3

Km/h



Asimismo puedes estimar la Energía comunicada aproximadamente a la “ola” de agua si conoces la masa de las personas que os montáis en la barca.

En los saltos de agua naturales, parte de la Energía Cinética se invierte en erosionar la base de la catarata, lo que acaba desmoronando la roca y haciéndola retroceder. Así, por ejemplo, se ha calculado que las grandes Cataratas del Niágara (EE.UU./Canadá), con un salto de unos 50 m., han retrocedido unos 13 Km. en los últimos 12.000 años.

EL JAGUAR

Jugando con la gravedad



Se trata de la atracción más impresionante de Isla Mágica. Su recorrido tiene dos partes:

- ✓ En la primera, tras el ascenso mecánico a una altura de más de treinta metros, la energía potencial adquirida se transforma rápidamente en energía cinética de manera físicamente análoga a como ocurría en Iguazú y Anaconda. Aquí también el rozamiento es casi nulo, de manera que la velocidad adquirida es muy alta.
- ✓ A continuación se inicia un recorrido vertiginoso en el que la estructura por la que se deslizan los asientos somete a los pasajeros a fuerzas y aceleraciones bruscas cada vez que los obliga a girar, realizar rizados, etc. Estas fuerzas y aceleraciones se llaman Inerciales.

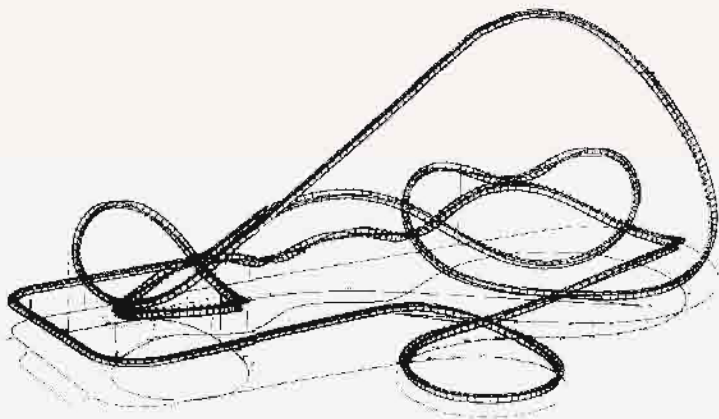
Es frecuente referirse a la intensidad de las fuerzas Inerciales en términos de “ges”. Una g es la intensidad de la fuerza de la gravedad que experimentamos normalmente; es la que nos hace estar pegados al suelo y no a la deriva por el espacio. La gravedad en la Luna es de un sexto de g, por lo que allí una persona se sentirá muy ligera. Un recorrido en montaña rusa puede producir en los pasajeros una fuerza de hasta seis g, lo que hace sentir el cuerpo sumamente pesado, pero por sólo unos instantes.

En el Jaguar se pueden llegar a sufrir fuerzas de este tipo de hasta 4.5 g, de manera que alguien cuyo peso sea de 70 kg. sentirá como si pesara 315 kg. en algún momento del recorrido.

LÍNEA DEL TIEMPO

- 1585. Bruno, establece un nuevo modelo de Universo.
- 1586. Galilei inventa el anteojo astronómico.
- 1587. Stevin expone la teoría sobre el plano inclinado.
- 1588. Cavendish da la vuelta al mundo.

Ficha Técnica



El Jaguar es una montaña rusa suspendida. Su nombre hace alusión al felino que corre silencioso a través de la jungla. El recorrido se adapta al perfil del terreno, integrándose a través de sus formas y arbolado.

El elevador sitúa a los viajeros en lo más alto de una colina, para dejarlos caer a gran velocidad, y reforzar el concepto de animal felino que persigue velozmente a su presa dando vueltas en todas las posiciones. La gran velocidad, la aceleración y la multitud de piruetas, hacen disfrutar al máximo a los intrépidos viajeros, lo que convierte esta atracción en la estrella de Isla Mágica.

Longitud de Trazado	Altura Elevador	Tiempo Recorrido	Capacidad por Tren
765 metros	34 metros	135 seg.	20 pasajeros
Número de Trenas	Elementos		Capacidad
3	Caída, volteo con doble rizo, rizo lateral, doble picado en barrena, curva bávara, sacacorchos		1.400 pasajeros/hora
Número de Inversiones	Velocidad Máxima	Aceleración Máxima	Potencia Instalada
6	85 Km./h.	4,5 seg.	300 Kw.

Información complementaria para el desarrollo del tema

Las fuerzas inerciales han de ser consideradas muy cuidadosamente en el diseño de máquinas que, como los modernos aviones de caza o las naves espaciales, son susceptibles de sufrirlas con gran intensidad en el transcurso de sus maniobras, de manera que sus estructuras sean capaces de resistirlas.

ACTIVIDADES. Educación Secundaria

Uno de los momentos dramáticos de la historia de la astronáutica se produjo durante el vuelo de la cápsula espacial "Friendship", el 20 de Febrero de 1962, pilotada por el astronauta John Glenn, cuando en algunos momentos dicha cápsula, y su piloto con ella, sufrieron fuerzas de inercia de hasta 11g.

▶ Calcula cuánto sintió que pesaba el astronauta en ese momento.



EL DESAFIO

Sintiendo la gravedad

PUENTE DEL ALAMILLO
142 metros.



El Desafío es una torre de caída libre de 68 metros de altura, equivalente a un edificio de 22 pisos, cuya estructura representa un alminar árabe. Cuenta con una moderna tecnología que permite regular las velocidades de subida y de bajada con seis programaciones diferentes, dando la posibilidad de experimentar sensaciones de gran velocidad, de ingravidez o de realizar una tranquila bajada panorámica disfrutando de espectaculares vistas sobre Sevilla y la Isla de la Cartuja.

Los alminares o minaretes árabes, representados por El Desafío, son las torres de las mezquitas desde las que se llama cinco veces diarias a la oración de los fieles. Las tres bolas situadas en la parte superior de la torre recuerdan a un faro de tierra firme, teniendo este elemento no sólo un papel decorativo, sino que también sirve para guiar a las personas que se dirigen caminando hacia la mezquita, ya que los destellos del sol sobre ellas alcanzan la distancia exacta de un día a pie.



Ficha Técnica

Altura Máxima de la Torre	Altura caída	Velocidad Máx. hacia arriba	Velocidad Máx. hacia abajo
68 metros	55 metros	5,8 m/seg.	14 m/seg.
Nº de Asientos	Capacidad Máx.	Máx. Aceleración hacia arriba	Máx. Deceleración hacia arriba
32	1.350 personas/hora	1,5 m/seg ²	-2,0 m/seg ²
Máx. Aceleración hacia abajo	Máx. Deceleración hacia abajo	Velocidad Máxima	
-7,5 m/seg ²	8,0 m/seg ²	51 Km/h	
Estructura			
Estructura soldada de acero compuesta por cables cilíndricos con dos cabrestantes dúplex Integrados, impulsados electromecánicamente con cables continuos.			
Cimentación	Sistema de Freno		
16 Pilotes a 24 metros de profundidad.	4 frenos de disco con dos pinzas respectivamente, accionadas hidráulicamente, 1x activa, 1x pasiva.		
Frenos de Seguridad			Peso
Freno lineal por acumuladores de fuerza elástica (muelles) con 20 módulos, con accionamiento hidráulico para la apertura.			150 Toneladas

Alturas Significativas

El Desafío de Isla Mágica	68 m.
Torre de Pisa	55 m.
Torre Eiffel	305 m.
Torre del Homenaje en los Castillos Medievales	12 m.
Torre de Babel	91 m.
La Giralda de Sevilla	87 m.
La Pirámide del Sol en Teotihuacán	64 m.
Acueducto de Segovia	30 m.
Puente del Alamillo	142 m.
Torre Panorámica de Los Jardines del Guadalquivir	92 m.
Torre de caída libre de Terra Mítica	55 m.
Torre de caída libre del Parque de Atracciones de Madrid	40 m.
Nueva Torre del Parque de las Ciencias de Granada	50 m.
Cataratas de Niágara	51 m.
Pabellón de España en Expo'92	32 m.

Fundamentación Teórica

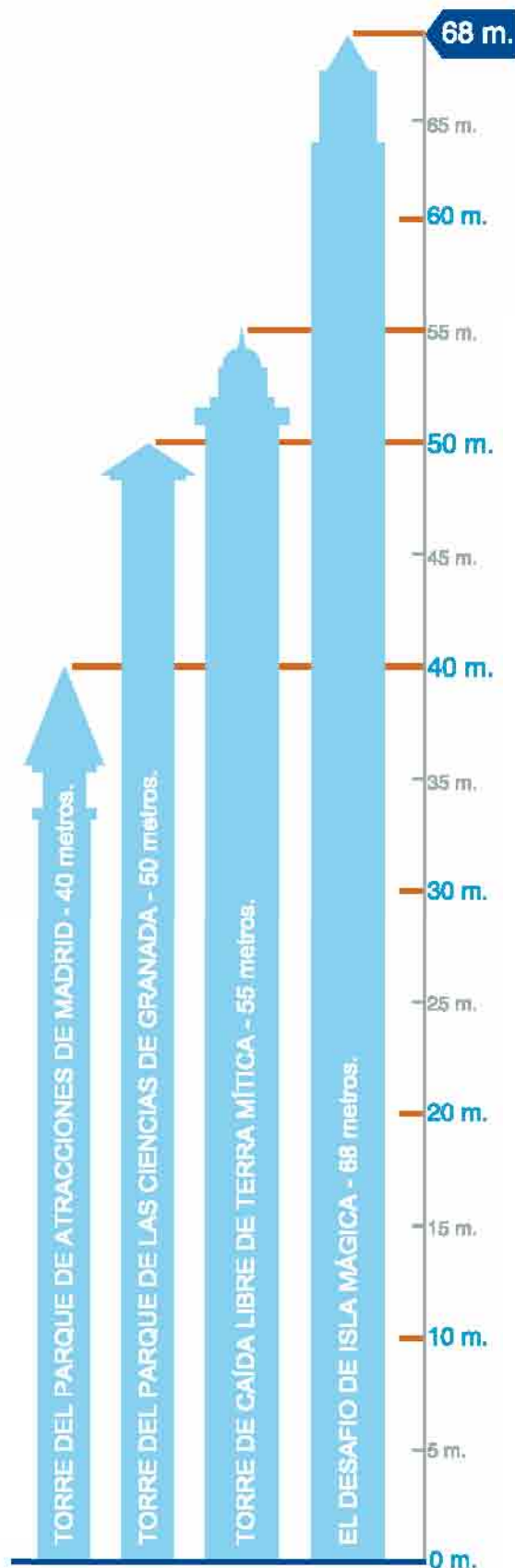
En la Grecia antigua, Aristóteles sostenía que los cuerpos más pesados de una materia caen de forma más rápida que aquellos que son más ligeros cuando sus formas son iguales. Este concepto estaba equivocado como hizo notar en su obra "Diálogos sobre los sistemas máximos" el físico y astrónomo italiano Galileo Galilei (1.564-1.642), que después de realizar distintos experimentos con pesos arrojados desde la torre inclinada de Pisa llegó a la siguiente conclusión: en el vacío todos los cuerpos, con independencia de su forma o de su masa, caen con idéntica aceleración.

Los movimientos de caída libre son movimientos uniformemente acelerados, es decir, la aceleración instantánea es la misma en todos los puntos del recorrido y esta aceleración es la aceleración de la gravedad:

$$g=9,8 \text{ m/seg}^2$$

Como la velocidad inicial en el movimiento de caída libre es nula, las ecuaciones de la velocidad y el espacio recorrido en función del tiempo se pueden escribir así:

$$v=gt$$



LÍNEA DEL TIEMPO

1589. Hans Jansen inventa el microscopio compuesto (una lente objetivo y otra ocular).

1590. Crece la importancia del puerto de Cádiz.

ACTIVIDADES. Educación Primaria

- Escribe el nombre de la ciudad en donde están situados y ordénalos por altura. Al más alto le das el número 10 y al más bajo el 1.

	ALTURA EN METROS	CIUDAD DONDE ESTÁ SITUADA	ORDEN POR ALTURA
El Desafío de Isla Mágica	68		
Torre Inclinada	55		
Torre Eiffel	305		
La Giralda	87		
Importante Acueducto Romano en España	30		
Puente del Alamillo	142		
Torre Panorámica de Los Jardines del Guadalquivir	92		
Torre de caída libre de Terra Mítica	55		
Torre de caída libre del Parque de Atracciones	40		
Nueva Torre del Parque de las Ciencias	50		

- Invéntate un sistema para medir de forma aproximada la altura de un edificio.
Mide con el sistema que te inventes la altura de tu colegio.