

Revista

# IDEÍAS

Universidad Nacional  
de General Sarmiento



Julio - Septiembre de 2010 - Año I - Nº 4



*Gente*, Valeria Amado, 2003

Ingeniería Naturaleza física Matemática



**Nuevas carreras en la UNGS:** Son tres tecnicaturas superiores de tres años de estudio. Por informes, consultá en [www.ungs.edu.ar](http://www.ungs.edu.ar) o al teléfono 4469-7500.

## Tecnicatura Superior en Informática

Dos de los procesos centrales del desarrollo de software son la codificación y las pruebas que aseguren larga vida a los productos informáticos. Esta tecnicatura ofrece una fuerte capacitación para llevar adelante estos trabajos. La formación incluye las capacidades técnicas para el desempeño laboral con sólidos conocimientos de programación y la intervención en las diversas etapas del ciclo de vida del software. Esto será posible con la adquisición de conocimientos de ingeniería de software, metodologías de desarrollo y formalismos de especificación y diseño. El egresado se podrá incorporar como programador en empresas de desarrollo de software o en departamentos de sistemas de distintos organismos, o bien trabajar por cuenta propia o en emprendimientos asociativos.

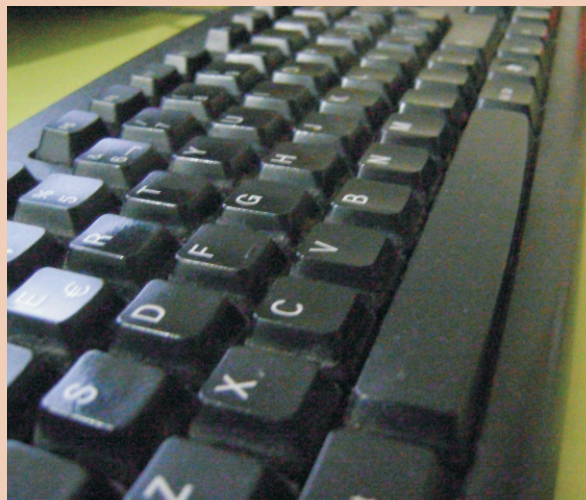


Foto: IDEItas

## Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica

Teledetección, cartografía y análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales son algunas de las palabras claves de esta tecnicatura. La carrera brinda a los futuros graduados conocimientos sobre interpretación y explicación de los problemas vinculados a la dinámica y organización territorial monitoreados a través de sistemas de información geográfica. Para ello capacita para el desarrollo de habilidades que permitan aplicar las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) a problemáticas territoriales y la operación de sistemas de información geográfica a fin de efectuar la observación y análisis del espacio geográfico.

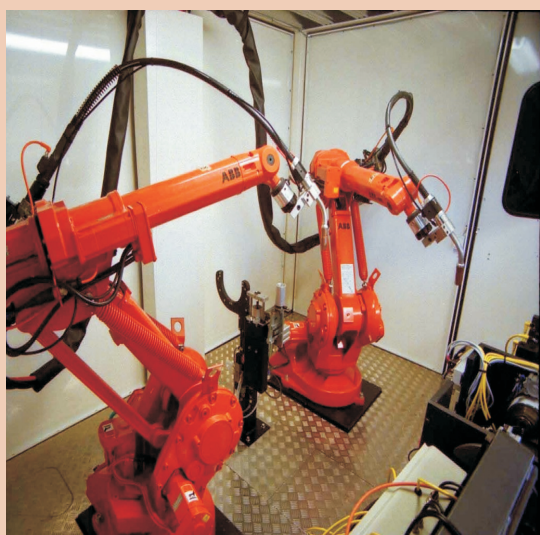


Foto: V2

## Tecnicatura Superior en Automatización y Control

El perfil profesional del egresado de esta tecnicatura tiene como referencia los procesos tecnológicos relacionados con los sistemas de automatización y control imperantes en la industria moderna. El egresado se podrá desempeñar en la industria o en empresas contratistas que brinden servicios de proyecto, montaje y operación de procesos automatizados, en instituciones dedicadas a la investigación científica y tecnológica, a la educación y a la salud. Estará formado para generar y gestionar autónomamente y con otros profesionales emprendimientos productivos o de servicios. También podrá desempeñarse en ámbitos tales como la robótica y la instrumentación.

**Rector de la UNGS**  
Dr. Eduardo Rinesi

**Director del Instituto de Industria**  
Lic. Claudio Fardelli Corropolesse

---

**Revista IDEÍtas**  
**Director**  
Eduardo Rodríguez

**Redacción**  
María Llera  
Pablo Nuñez  
Néstor Olivieri  
Eduardo Rodríguez

**Colaboran en este número**  
Diego Delle Donne  
Javier Flax  
Javier Marengo

**Diseño gráfico e ilustraciones**  
Claudio Abrevaya  
Fernando Santamarina

**Corrección**  
Gabriela Laster

**Agradecemos a:**  
Leticia Rodríguez  
Centro de Servicios de la UNGS

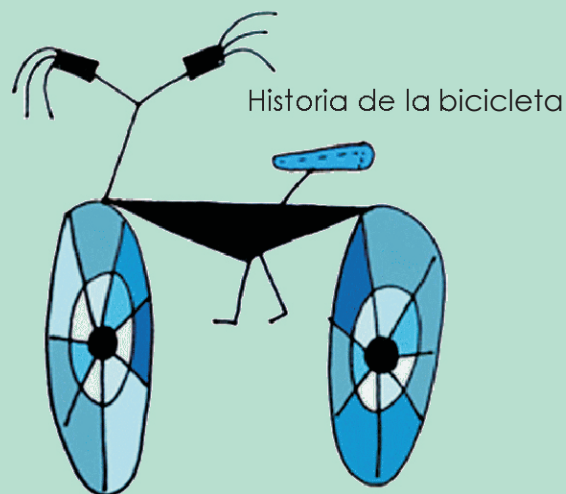


Imagen: ñoña cachilupi

# Índice **IDEÍtas**

Julio - Septiembre de 2010

Universidad - Página 2

**Para el aula - Página 4**

La bicicleta - Páginas 5, 6 y 7

**Desafíos - Página 8**

Investigación - Páginas 9, 10 y 11

**física y biología - Páginas 12 y 13**

Retos matemáticos - Página 14

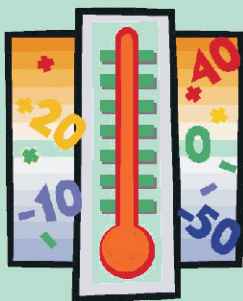
**Tecnociencia - Páginas 15 y 16**

Experimentos - Páginas 17 y 18

**En la web - Página 19**

*e i c*  
**M** *a* & *r*  
*t* *m* *p* **D** *e* *t*

E  
x  
p  
e  
r  
i  
m  
e  
n  
t  
o  
s



de

T  
e  
r  
m  
o  
d  
i  
n  
á  
m  
i  
c  
a

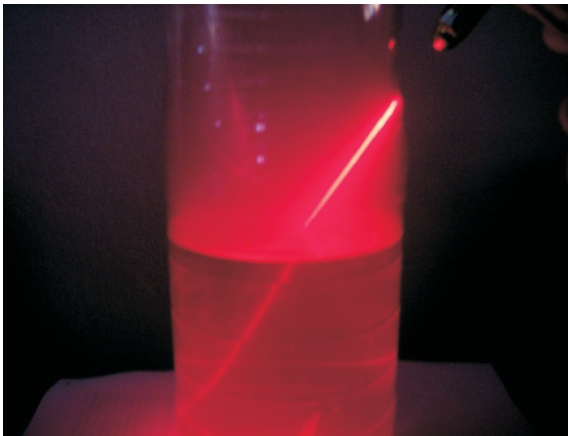


## Experimentos iluminados

¿Qué fenómenos se esconden detrás del humo en las películas de ciencia ficción? ¿Por qué se quiebra un lápiz al ponerlo en un vaso con agua? ¿Por qué la visión subacuática sin antiparras es borrosa?

### La verdad de la ciencia ficción

Para nuestra película de “ciencia ficción” sólo necesitamos una botella, un sahumerio y un puntero láser. Ponemos agua en la botella y le agregamos unas gotas de leche para enturbiarla. Llenamos con humo del sahumerio la parte superior. Si incidimos la luz del puntero en la parte de la botella que tiene el humo, vamos a ver un trazo recto, como en las películas.

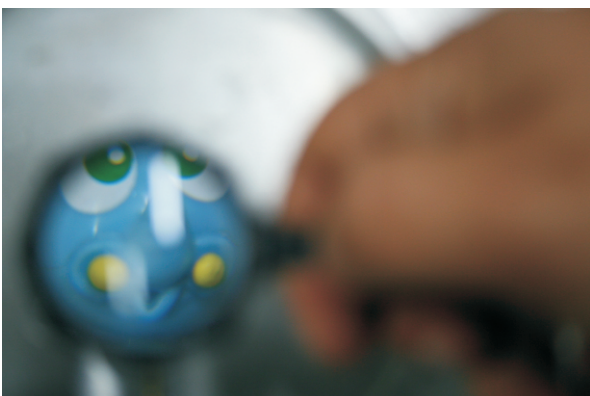


Fotos: IDEÍtas

¿Qué ocurre si incidimos con un cierto ángulo el haz de la luz sobre el agua? En este caso, vemos cómo el rayo pasa al agua donde también viaja en línea recta tras desviarse en la superficie. Esta desviación se denomina *refracción* de la luz y ocurre toda vez que la luz pasa de un medio a otro. Este fenómeno produce, entre otras cosas, que un lápiz sumergido se vea quebrado. Además, se observa un aumento aparente del grosor del lápiz debido al hecho de que el vaso con agua funciona como una lupa.

### ¿Tu lupa no “lupea”?

Las imágenes inferiores muestran que cuando sumergimos una lupa en el agua (derecha), esta lente pierde amplificación en comparación con la situación cuando está en el aire (izquierda), y parece comportarse como un vidrio plano común. Esto pasa porque la similitud de los *índices de refracción* del agua y del vidrio hace que los rayos que atraviesan ambos medios sufran una desviación escasa. Se pierde entonces la “convergencia” de los rayos que produce la lupa cuando está en aire. Análogamente, cuando estamos sumergidos en una pileta de natación, vemos imágenes subacuáticas borrosas dado que el agua disminuye la refracción del cristalino y la córnea, y la imagen que éstos producen en la retina pierde calidad.



Lupa en aire



Lupa en agua

Fotos: IDEÍtas



## Nuestra querida bicicleta

*Un recorrido por la historia, evolución y actualidad de uno de los medios de transporte más eficientes.*

La rueda ha servido para el transporte durante más de 5.000 años, y entonces parece extraño que sólo hace unos 150 haya aparecido en escena el primer vehículo autopropulsado que podamos reconocer como el predecesor de la actual bicicleta. Desde entonces, la bici jugó un papel central en el desarrollo tecnológico, en la evolución del cojinete de bolas, los neumáticos, la construcción tubular, los sistemas de transmisión y muchos dispositivos luego usados en el automóvil y en aviones.

La bicicleta actual, por definición, es un vehículo de dos ruedas alineadas y fijas a un cuadro, que se impulsa mediante una combinación de pedales y engranajes movidos por los pies del ciclista. Con la ayuda de la bici, la energía necesaria para desplazarnos se reduce a un quinto de la que gastamos cuando caminamos la misma distancia, además de hacerlo más rápido. Parte de su éxito se debe a su eficiente desempeño logrado gracias a su óptimo diseño ergonómico. El ciclista usa sus músculos más fuertes, los de los muslos, para impulsarla. Y los pies realizan un suave movimiento rotatorio a una rapidez de 60 a 80 revoluciones por minuto, un ritmo que se puede sostener mientras se está cómodamente sentado. De esta manera, se puede transmitir potencia a la máquina de forma eficiente por medio de los mecanismos.

### Caballos con ruedas y velocípedos

El primer bosquejo de un vehículo con forma de bicicleta aparece en el Códice Atlanticus de Leonardo Da Vinci, alrededor de 1490. Pero recién en 1816 el alemán Drais de Sauerbrun presentó su *draisiana*, que era un gran esqueleto de madera, una especie de caballo con dos ruedas, en el que como asiento se usaba una almohada colocada en el armazón. La verdad, algo muy incó-

modo. Y aunque el modelo no prosperó como medio de transporte, su estructura fue la predecesora de otras máquinas, en las que se incorporó la dirección, para permitir el giro de la rueda delantera, a la vez que se las hizo más livianas. También se introdujo un espacio donde apoyar el codo, y comenzaron a ser llamadas *balancines*. Estos vehículos se propulsaban apoyando el pie directamente sobre el piso hasta que en 1839 al herrero escocés Kikpatrick Macmillan se le ocurrió la idea de agregarle pedales oscilantes que movían la rueda trasera.

En 1863, los hermanos Michaux desarrollaron en París un vehículo más parecido a la actual bicicleta: el *velocípedo*. Esta máquina también era llamada "agita huesos", y fue una de las primeras disponibles comercialmente. En el velocípedo, los pedales estaban acoplados a la rueda delantera, en una disposición parecida a la de un triciclo actual de niño. Este diseño presentaba la limitación de que por cada vuelta de pedal la rueda sólo daba una vuelta, lo que limitaba la extensión del avance del vehículo. Y la manera que se les ocurrió para que la máquina avanzara más fue agrandar la rueda delantera, que llegó a tener un metro y medio de diámetro.

Las mejoras incluyeron el uso de ruedas con rayos, lo que hacía más liviana a la máquina. Uno de los problemas era que los rayos no resistían el fuerte torque que los pedales ejercían sobre el eje. Hasta que a dos ingleses, Starley y Hillman, se les ocurrió usar rayos que salían tangentes a un disco sobre el eje de la rueda y de esta manera se lograba resistencia tanto cuando se la impulsaba como cuando se la frenaba. Este diseño, patentado en 1874, persiste en las bicicletas modernas.

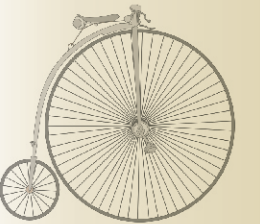
En definitiva, de la habilidad e ingenio de los constructores surgió una larga sucesión de mejoras que hicieron evolucionar los toscos primeros modelos hasta las prácticas bicicletas actuales. ¡A rodar, entonces!



1816



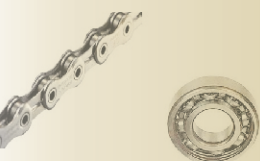
1839



1863



1874



1877



1887



Hoy

## Componentes de la bicicleta actual

Los tipos de bicicleta moderna varían dependiendo del uso. Pequeñas modificaciones hacen cambiar el diseño y el peso así como la agilidad y facilidad de manejo. De todas maneras, cualquier bici tiene unas 500 piezas que operan en conjunto en los diversos componentes de la máquina.

Todas estas partes van montadas en una estructura tubular liviana y resistente. El tubo de sección circular y pared delgada es un elemento estructural muy eficaz ya que resiste muy bien las tensiones, compresiones, flexiones, torsiones o la combinación de esfuerzos que se ejercen sobre el marco del vehículo. Una bicicleta actual puede soportar una carga 10 veces mayor que su peso, una capacidad que un auto no supera.

Las ruedas son otro elemento destacado en las bicicletas modernas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el suelo, lo que posibilita el arranque, el desplazamiento y el frenado.

El tamaño de la rueda y el diseño de la cubierta varían dependiendo de la utilidad. Por ejemplo, las bicicletas de carrera tienen ruedas de mayor diámetro que las de paseo, pero son más finas. De esta forma,

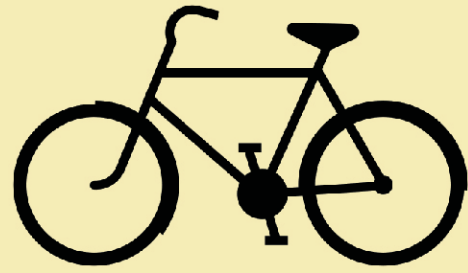


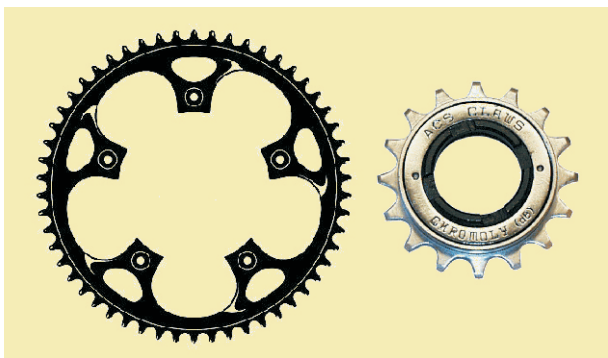
Imagen: Silhouette of a bicycle de Inkwinia

se maximiza el desplazamiento en cada vuelta a la vez que la rueda más angosta reduce la fricción contra el piso. Diferentes son las ruedas de las bicicletas para montaña, con canaletas más pronunciadas que las hacen aptas para rodar por cualquier tipo de terrenos, a la vez que tienen un diámetro menor. En bicicletas de competición se suelen reemplazar los rayos de las ruedas por discos lisos para disminuir el rozamiento y así ganar mayor velocidad.

Un elemento impensado en los primeros balancines es el *sistema de suspensión*. Actualmente, se usan amortiguadores diseñados para disipar energía sobre medios elásticos y para suavizar los golpes en los pozos de las calles, por ejemplo, pero sin perder el control. Para esto se diseña un sistema hidráulico en el que un aceite amortigua la oscilación, y así evitamos andar a los saltos.

## Sobre vueltas y engranajes

El *tren de transmisión* de una bicicleta moderna consiste en un sistema de cambio de marchas para transferir la energía del ciclista e impulsar la bicicleta. Los cambios permiten variar el ritmo al que se realiza el trabajo. Este ritmo queda determinado por los tamaños relativos de los *platos* y los *piñones* localizados en los ejes de las ruedas. La *cadena* forma parte de este sistema de transmisión y es la que se encarga de vincular el plato de la rueda delantera y el piñón de la trasera. ¡Ojo!, que no se te salga la cadena.



El plato y el piñón tienen una "estructura de estrella", con dientes de igual tamaño en los que se engancha firmemente la cadena. El cociente entre el número de dientes del plato y del piñón determina cuánto avanza la bicicleta con cada pedaleada. Podemos medir el avance con el número de vueltas que realiza la rueda mediante el cociente entre el radio del plato y el radio del piñón. En las bicicletas de paseo la relación es de cuatro, es decir que por cada vuelta completa del plato, el piñón da cuatro vueltas, al igual que la rueda a la que está acoplado.

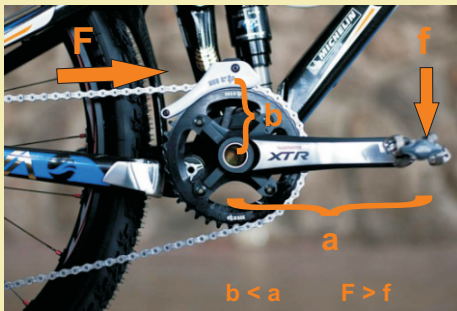
En una bicicleta de adulto "rodado 21" (significa que la rueda tiene 21 pulgadas de diámetro), el desplazamiento es de aproximadamente 3,4 metros. Y con unas 60 pedaleadas por minuto, podemos alcanzar una velocidad de 20 km/h.



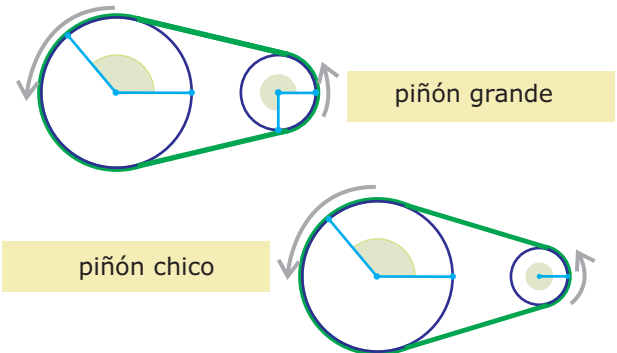
## Fuerzas y momentos

Recordemos que si aplicamos una fuerza que tiene un *brazo de palanca* con respecto a un eje, se produce un *momento de fuerza* cuyo principal efecto es la generación de una rotación. La rotación aparece en el plato al pedalear y se transmite al piñón por medio de la cadena y, finalmente, a la rueda de tracción fija a éste.

El momento que introducimos en el brazo de la palanca del pedal produce el giro del plato y que se tense la cadena. La fuerza que tensa la cadena proviene de la fuerza impulsora aplicada en el pedal mediante un efecto de palanca. Como la cadena está más cerca del eje de la rueda que el pedal, la fuerza transmitida a la cadena es mayor que la introducida con los pies.



Cuanto más pequeño sea el plato, mayor será el efecto multiplicador en la fuerza sobre la cadena. Esta fuerza se transmite a su vez al piñón, donde produce el momento que hace girar la rueda de tracción. Cuanto mayor sea el radio del piñón, mayor será el momento logrado, pero se tendrá menos avance. Moraleja: si "se gana" en momento, "se pierde" en número de vueltas.



La palanca de cambios es el componente utilizado para seleccionar la relación de transmisión deseada y la eficiencia del sistema depende de la coordinación de todos estos elementos.

## Rozar o no rozar: ésa es la cuestión

Muchas de las mejoras realizadas sobre los diversos modelos de bicicletas fueron introducidas para sortear los efectos indeseados del rozamiento. La introducción de los cojines de bolas fue una de ellas. En esta "lucha contra el rozamiento" hay dos dificultades sobresalientes. Por un lado, el *rozamiento dinámico* –que proviene de los roces que aparecen en los distintos componentes de la bicicleta, por ejemplo en los engranajes– está siempre presente cuando la máquina se mueve. Por otro lado, el rozamiento producido con el aire, que es un *rozamiento viscoso*, representa un problema cuando vamos más rápido ya que su valor aumenta con el cuadrado del módulo de la velocidad. Este último es imposible de evitar dado que se produce cuando las moléculas que componen el aire chocan con nosotros. La solución que adoptamos naturalmente es inclinarnos hacia delante para reducir la superficie con la que enfrentamos el aire.

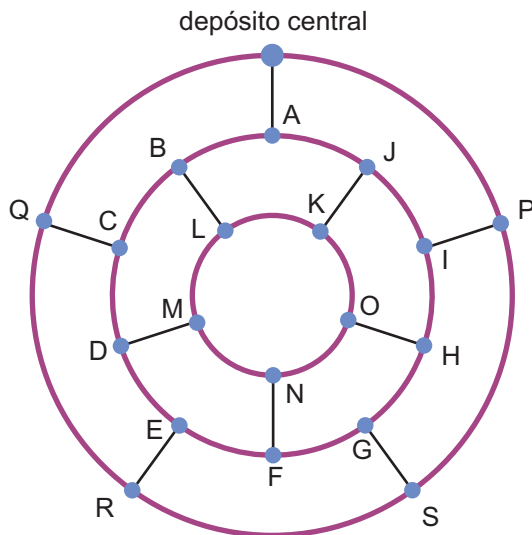
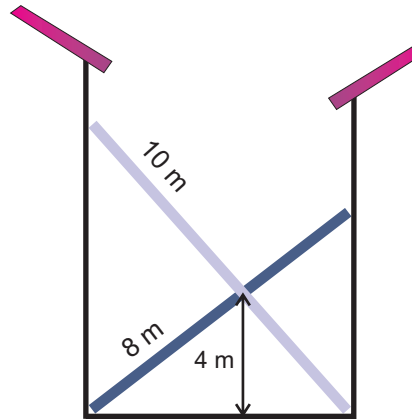
Pero también hay que *rozar para rodar*, por lo que también tenemos que apreciar el rozamiento como efecto necesario. La pregunta es si podríamos andar en bicicleta si no hubiese rozamiento. La respuesta es que en ausencia de rozamiento no podríamos desplazarnos y ello tiene que ver con la forma en que nos impulsamos cuando queremos ir hacia delante.

Mientras pedaleamos, la rueda trasera hace fuerza contra el piso hacia atrás, y el roce, como fuerza reactiva, es el que nos impulsa hacia delante. A su vez, la rueda delantera gira debido al roce estático que hace el piso sobre ella hacia atrás. Al dejar de pedalear, ambas ruedas continúan recibiendo la fuerza de roce del piso en sentido opuesto al del movimiento y esto nos va deteniendo. A esto se suman los efectos del roce contra el aire y del rozamiento de las partes móviles de la bicicleta. Muchos de estos efectos dependen de las superficies en contacto, de la geometría y del diseño.

## Para alumnos y profesores

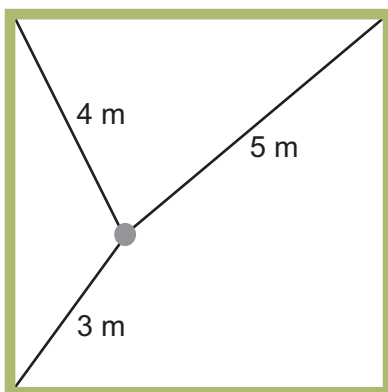
### Pasadizo matemático

En un pasadizo entre dos casas hay dos escaleras apoyadas contra las paredes y se cruzan a una altura de 4 metros. Una escalera mide 8 metros y la otra mide 10 metros. ¿Cuál es el ancho del pasadizo?



### Extraña ciudad

Una ciudad tiene un sistema de calles circulares y transversales. En cada empalme de las calles hay una estación de servicio. Un conductor tiene que salir del depósito central, recorrer todas las estaciones y regresar al depósito sin pasar dos veces por el mismo punto. ¿Cómo hace?



### Monasterio cuadrado

Un monasterio de forma cuadrada está construido alrededor de un pozo que abastece de agua a los monjes. El pozo está situado de manera que dista 30 metros, 40 metros y 50 metros, respectivamente, de tres esquinas consecutivas. ¿Cuáles son las dimensiones del monasterio?

Para charlar sobre estos problemas o enviar las soluciones, los invitamos a escribir a [ideitas@ungs.edu.ar](mailto:ideitas@ungs.edu.ar).

Los resultados de los desafíos del número anterior están en:

<http://www.cienciaredcreativa.org/ideitas/desafios.html>.



## Deporte, matemática y computación Una combinación inesperada

A primera vista, el deporte, la matemática y la computación corren por carriles muy distintos. Sin embargo, en la UNGS estas tres disciplinas se fusionan en proyectos de investigación que involucran números, algoritmos y computadoras con el fútbol, el automovilismo y el vóley argentinos.

El doctor en computación Javier Marengo y el licenciado en computación Diego Delle Donne, investigadores y docentes del Instituto de Ciencias de la UNGS, llevan adelante esos proyectos, y trabajan en conjunto con investigadores del Instituto de Industria y de los departamentos de Matemática y de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA para resolver una variedad de problemas muy interesantes.

“En el núcleo de estos proyectos se encuentra una técnica matemática que permite analizar situaciones que involucran muchas combinaciones posibles con el fin de encontrar la configuración que maximiza o minimiza una *función de interés o función objetivo*”, indica Marengo y ejemplifica: “Una aplicación típica de esta técnica es la planificación de la ruta de un camión recolector de residuos para minimizar su recorrido total sin dejar de visitar todas las casas de las que tenga que recogerlos. En este caso, las *combinaciones* son todos los posibles recorridos que puede hacer el camión, y la *función objetivo* es la distancia total recorrida”.

La técnica que usan en las investigaciones se conoce como *programación lineal entera*. Lo de “entera” viene porque se buscan resultados expresados mediante números enteros. Cuando el resultado no está restringido a números enteros, la técnica se llama simplemente *programación lineal*. La utilidad de esta técnica es tan amplia que con ella se puede diseñar, por ejemplo, una dieta de mínimo costo de acuerdo con ciertos requerimientos de los valores nutricionales que tiene que contener cada alimento a incluir.

¿Cómo se aplican estas técnicas al deporte argentino? Los investigadores comentan algunos resultados.

### El DT perfecto

Un diario de alcance nacional organiza regularmente el juego llamado “El Gran DT”, que consiste en armar un equipo con jugadores del campeonato de fútbol argentino de primera división respetando ciertas reglas: la formación debe ser 4-4-2, 4-3-3 o 3-4-3, más el arquero, con no más de tres jugadores de cada club y sin superar un presupuesto prefijado. Luego de cada fecha, cada jugador obtiene un puntaje que se asigna de acuerdo con su actuación, y la puntuación de cada equipo es la suma de los puntajes de sus jugadores. Antes de cada fecha se puede cambiar la formación titular y hacer hasta tres transferencias, comprando y vendiendo jugadores sin exceder el límite dado por el presupuesto.

“Con la técnica de programación lineal entera se puede analizar el campeonato una vez que termina y, con este análisis a posteriori, encontrar el equipo óptimo del torneo”, manifiesta Delle Donne y explica cómo se hace: “es necesario plantear un modelo que incluya todas las restricciones del juego y también los puntajes obtenidos por cada jugador en cada fecha. Este modelo se resuelve utilizando un software especializado, que usa técnicas de programación matemática para encontrar la solución óptima, que en este caso es el mejor equipo entre todos los que se pueden formar. Encontrar ese mejor equipo puede tomarnos entre 1 y 12 horas de cómputo”.

“Como el modelo se ejecuta después de jugado el campeonato, la solución obtenida indica cuál habría sido el equipo óptimo, incluyendo la formación titular y las transferencias fecha a fecha. Usando la jerga futbolera, es un modelo que *trabaja con el diario del lunes*”, aclara Marengo.

Pero la resolución de este modelo garantiza que la solución obtenida es la óptima, con lo cual no existe ninguna otra combinación de jugadores y transferencias que permita obtener un mayor puntaje. De esta forma, el puntaje de ese equipo óptimo representa el máximo posible de puntos al que los participantes

Por ejemplo, en el Torneo Clausura 2010, que terminó hace unos meses, el ganador del juego obtuvo 1.227 puntos, mientras que el equipo óptimo habría sumado 2.027 puntos. También se puede

saber que el mejor equipo de la quinta fecha habría sido uno con un esquema de juego 4-3-3, mientras que el de la última, uno 3-4-3, y con estos jugadores sobre la "verde gramilla".

Equipo ideal de la quinta fecha del Torneo Clausura 2010 de la AFA.



Equipo ideal de la última fecha.

## Fierros y números

El campeonato de Turismo Carretera (TC) es la competencia automovilística más popular de la Argentina, y es también la categoría en actividad más antigua del mundo. Cada fin de semana de competencia, los pilotos luchan por llegar primeros a la línea de meta, y cada piloto suma puntos de acuerdo con la posición en la que termina en su serie clasificatoria y en la carrera final. Después de las primeras 11 carreras, los 12 pilotos que hayan acumulado la mayor cantidad de puntos pasan a una segunda instancia –llamada *playoffs*, o bien "Copa de Oro"– en la que se define el campeón.

"Un punto muy importante a nivel estratégico es determinar qué pilotos están clasificados antes de llegar a la carrera número 11, dado que esos pilotos pueden aprovechar el hecho de estar clasificados para cuidar el auto o esconder sus estrategias ante los rivales", comenta Marenco. Nuevamente, la programación lineal entera viene en auxilio porque permite analizar todas las combinaciones posibles de resultados para las carreras en tiempos de cómputo razonables. Pensemos que en una carrera con 45 autos, la cantidad de resultados posibles es el factorial de 45, que se escribe  $45!$ , y es

igual al producto de los enteros entre 1 y 45, que da como resultado un número que tiene nada menos que 56 cifras.

Este año, desde el área de computación del Instituto de Ciencias se desarrolló un modelo de programación lineal entera que permite determinar cuántos puntos necesita un piloto para clasificar a los *playoffs* sin depender de sus rivales y que fue puesto a disposición del periodismo especializado durante las últimas carreras del TC. "Los resultados de nuestro modelo determinaron con tres fechas de anticipación que Gabriel Ponce de León estaba clasificado y establecieron los puntajes necesarios del resto de los pilotos para clasificar", resume Delle Donne. Actualmente, los doce pilotos clasificados están definidos y sólo resta saber quién será el campeón.

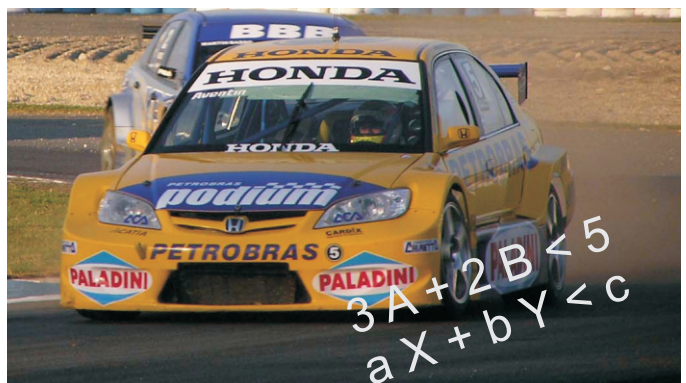


Foto: TC 2000 de Morio



## Planificación de fechas de la liga de vóley

La Liga A1 de vóley de primera división está formada por un conjunto de equipos distribuidos en todo el país, desde Formosa hasta la Patagonia. En este contexto, los equipos, en algunas ocasiones, deben realizar largos viajes para jugar los partidos de visitante, y entonces la planificación del torneo pasa a ser crucial para reducir las distancias de viaje.

Desde 2007, el área de computación del Instituto de Ciencias, junto con investigadores de la UBA, colabora con la entidad encargada de organizar la liga de vóley para diseñar su calendario utilizando la técnica de programación lineal entera. "El objetivo de estos modelos es encontrar un *fixture* que minimice la distancia total viajada por los equipos, agregando condiciones deportivas y de disponibilidad de estadios", explica Marengo. "De esta forma, la liga de vóley de nuestro país está utilizando la misma técnica que usan la NBA y el campeonato de fútbol de Brasil para diseñar sus *fixtures*, que garantiza que los equipos recorran la menor distancia posible", concluye.



Estos proyectos muestran que la matemática y el deporte no están tan desconectados como uno podría pensar. En este artículo repasamos solamente algunas aplicaciones del análisis de combinaciones (formalmente llamado *optimización combinatoria*), que muestran que la matemática y la computación pueden dar una mano para organizar y analizar nuestros campeonatos deportivos más populares.

Sin embargo, no sólo para el deporte la matemática puede tender su mano. Los estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica de la UNGS aprenden programación lineal entera en la materia Investigación Operativa. En esta asignatura se estudia la aplicación de este tipo de técnica a entornos industriales, en especial para problemas de planificación de la producción, manejo de stock en depósitos y optimización de la producción.

Desde las áreas de computación de los institutos de Ciencias y de Industria, la UNGS trabaja en este tipo de aplicaciones, que en los últimos años incluyó proyectos de optimización del recorrido de camiones recolectores de residuos, optimización de licitaciones del estado y la distribución de censistas para el Censo Nacional 2010 en la Provincia de Buenos Aires.

Por consultas, comunicate con:  
Javier Marengo, [jmarengo@ungs.edu.ar](mailto:jmarengo@ungs.edu.ar)  
Diego Delle Donne, [ddelledo@ungs.edu.ar](mailto:ddelledo@ungs.edu.ar)

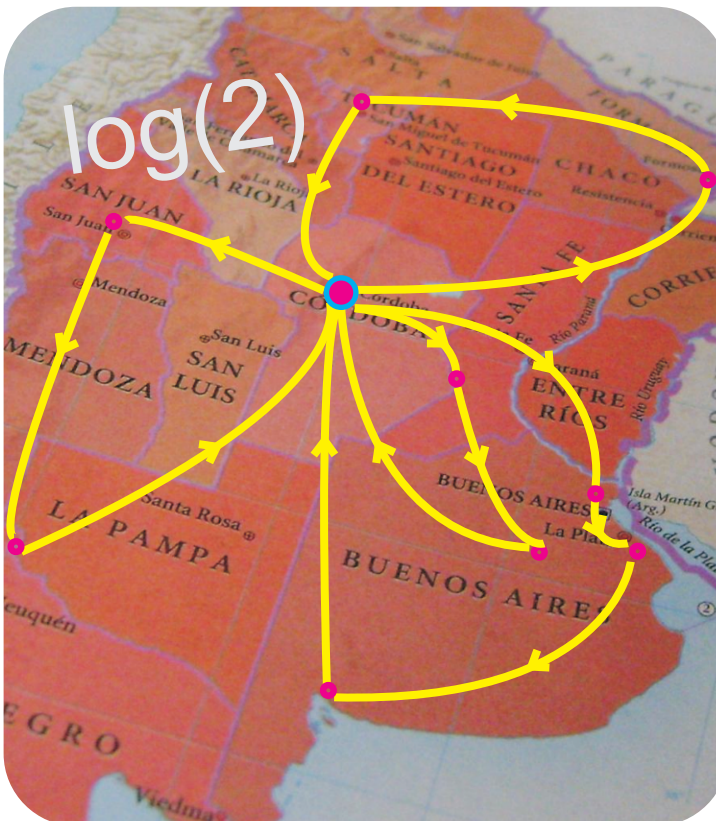


Imagen: IDEÍtas

## La máquina humana

*Cómo hacemos para liberar calor y cómo caminamos*

Aunque no solemos vernos como una máquina, nuestro cuerpo se acerca mucho a esa descripción, explica el profesor L. Hermans de la Universidad de Leiden, Holanda, en un artículo publicado en la sección *La física en la vida diaria* de la revista *Europhysics News*.

Para andar, necesitamos energía, pero diferimos de las máquinas ordinarias no sólo por el tipo de combustible que usamos, sino por algunas características propias de nuestro funcionamiento. Por ejemplo, la máquina humana nunca se apaga: cuando no tiene actividad, sólo se mantiene en ralentí, es decir, funcionando a un ritmo inferior al normal. Cuando “el músculo duerme y la ambición descansa” –poniéndonos tangueros–, necesitamos mantener nuestros sistemas funcionando y para eso el corazón tiene que mantenerse latiendo y bombeando sangre. También tenemos que regular la temperatura corporal en 37°C. Esto último es así puesto que nuestra máquina funciona solamente en un rango de temperatura muy estrecho, lo que también la diferencia de las máquinas que no son de carne y hueso.

Es interesante hacer un examen un poco más cuantitativo. Nuestra comida diaria tiene un contenido energético de casi 2.000 kilocalorías, que es equivalente a un poco menos de 10 millones de joules. Dicho sea de paso, es equivalente a la energía de un cuarto de litro de nafta, capaz de hacer marchar un auto sólo tres kilómetros en ruta. Esta energía por día nos permite desarrollar una potencia cercana a los 100 vatios, si la usáramos en forma continua, y la conseguimos comiendo y bebiendo (alcanzan 200 gramos de carne, 450 de vegetales, 300 de fruta, 100 de pan, 25 de queso, 200 centímetros cúbicos de leche, y un poquito más). Sólo una pequeña fracción de esa energía es necesaria para mantener latiendo el corazón. En definitiva, a lo que queremos llegar, es a que liberamos casi la totalidad de esos 100 vatios en forma de calor. Los mecanismos por los que nos deshacemos de ese calor son los que estudiamos en termodinámica: radiación, convección y evaporación.

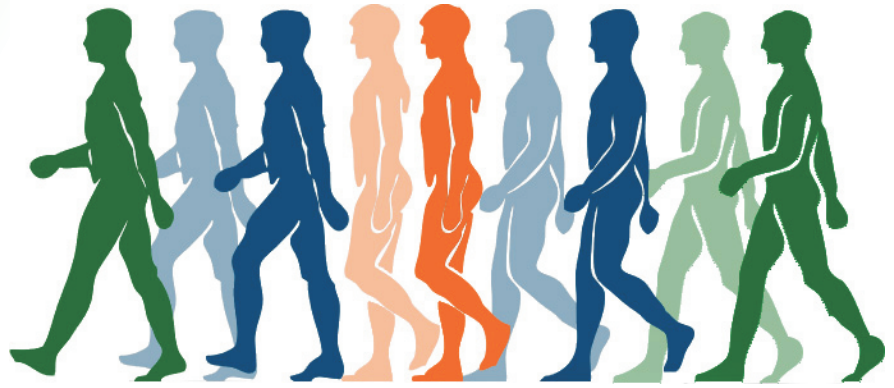
Sentados cómodamente en una sala que esté a 20°C, con nuestra vestimenta usual, la radiación y la convección son los mecanismos principales que nos permiten perder calor, mientras que la evaporación sólo hace una pequeña contribución. Esto ocurre hasta que empezamos a hacer trabajo mecánico moviendo nuestros músculos. Entonces, el consumo de energía aumenta y también, la producción de calor.

Pero el caso es que nuestro cuerpo tiene que mantener su temperatura constante, lo que no es trivial. Si no nos sacamos algo de ropa o prendemos el ventilador para lograr una variación de temperatura un poco mayor cerca de nuestra piel, los mecanismos de radiación y de conducción de calor no pueden hacer mucho más. Éstos están determinados por la diferencia de temperatura entre nuestra piel y la ropa, por una parte, y por la temperatura del ambiente, por otra. Cuando trabajamos intensamente, sólo modificamos ligeramente esa diferencia. Debido a un mayor flujo sanguíneo, la temperatura de nuestra piel se pondrá más cercana a la temperatura de nuestro interior, pero el límite que se puede alcanzar es 37°C. Es decir, la máxima diferencia de temperatura para “empujar” al calor a salir de nuestro cuerpo sería, en este ejemplo, como mucho, 17°C.

Afortunadamente, existe el mecanismo de la evaporación. Si nos recalentamos, el hipotálamo va a nuestro rescate y se encarga de “abrir la canilla” para que empecemos a transpirar. Por cierto, la publicidad de los “antitranspirantes ganadores” nunca agradece la participación del hipotálamo en el negocio, pero ésa es otra historia. Por otra parte, el calor adicional que liberamos con la evaporación de sudor tiene que ser compensado tomando agua. Si liberamos calor a razón de, digamos, 100 vatios, nos hará falta beber un vaso de agua por hora. En síntesis, si realizamos ejercicios, necesitamos transpirar para liberar calor por evaporación. “No intentemos superar un récord de natación nadando enérgicamente en una piscina con agua a 37°C. ¿Adónde iría el calor que tenemos que liberar?”, bromea Hermans al final de su artículo.



*Cuando caminamos movemos piernas y brazos en contrafase.*



## Cómo caminamos

*Y aunque parezcas despistado  
con ese caminar pausado...  
Shakira, Día de enero*

Siglos y siglos de evolución han dado al ser humano mucho tiempo para aprender a caminar, asegura el mismo profesor Hermans en otro artículo. Caminar es una manera eficiente de movernos (aunque no es tan eficiente como andar en bicicleta, vean “Nuestra querida bicicleta” en la página 5 de este mismo número).

Unas cuantas características nos ayudan a caminar eficientemente. Movemos nuestras piernas de modo que cuando una se balancea hacia delante, la otra lo hace hacia atrás. Esto mismo hacemos naturalmente con los brazos. De esta manera, con esos movimientos de piernas y brazos en contrafase, podemos equilibrarnos, andar con elegancia y mantener nuestro momento angular más o menos nulo. De cierta manera, lo precedente parece echar luz a las preguntas del poeta en el tango *Carocito*: “¿Cuál fue? ¿Cuál gracia? ¿Cuál ley divina a ti te hizo grácil y fina?”.

Además, balanceamos las piernas con una frecuencia muy cercana a la frecuencia natural de oscilación de un péndulo de ese tamaño, que es cercana a 1 hertz en personas adultas. Podemos notar también que el paso de marcha que se sigue en un desfile ocurre 120 veces por minuto, es decir 1 hertz. No es casualidad. Dada una longitud de paso media de 83 centímetros, la velocidad de marcha es casi exactamente 100 metros por minuto. Este buen dato para cuando hacemos una travesía puede ser divertido de verificar caminando una cuadra y midiendo el tiempo que demoramos.

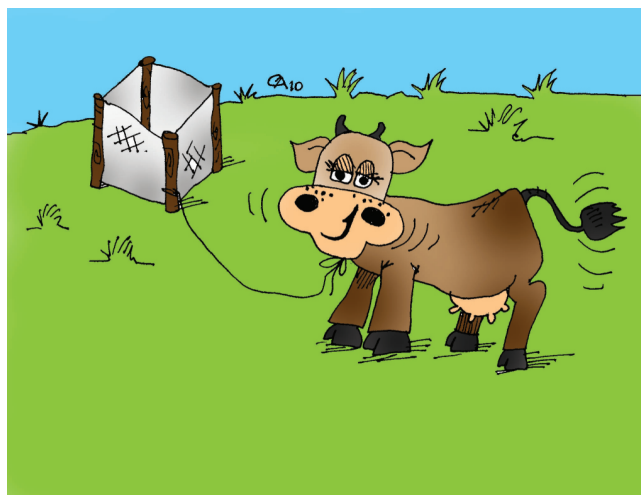
Continuando con la caminata, si es en un plano horizontal, no tenemos que hacer mayor fuerza contra la gravedad, a diferencia de cuando ascendemos por una escalera cuando a cada paso incrementamos nuestra energía potencial. Tampoco tenemos que vencer fuerzas de roce significativas como cuando nadamos o cuando andamos en bicicleta. Al caminar, la situación es bien diferente: las fuerzas aerodinámicas son despreciables dado que nos movemos a baja velocidad (recordemos que las fuerzas de roce con un fluido son proporcionales al cuadrado de la velocidad). Entonces, toda la energía que producimos es disipada por nuestro propio cuerpo. De allí ese “calorcito” que sentimos mientras caminamos, aun en días fríos.

Por lo dicho, parecería que caminar no nos cuesta tanta energía, pero algunos experimentos muestran que el costo metabólico de caminar, derivado del consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono, es de cerca de 2,5 vatios por kilogramo de masa corporal. Para un adulto, son aproximadamente 200 vatios. ¿Por qué tan alto este valor? Es debido a que la acción de caminar es muy compleja e involucra una gran cantidad de músculos.

Un hecho interesante, de acuerdo con algunas investigaciones médicas, es que cuando alargamos la longitud del paso respecto de la longitud del paso natural, aumentamos el costo metabólico. En otras palabras, la forma en que normalmente caminamos es la más eficiente. ¡Ah! ¡Sabia naturaleza y eficaz evolución! No obstante, esto no alcanza para explicar la delgadez de las modelos y los modelos que salen en televisión que, como apreciamos, caminan diferente por pura coquetería.

## La vaca atada

Una vaca está atada con una cuerda de seis metros a la esquina exterior de un redil cuadrado de cuatro metros de lado rodeado por un campo de hierba. ¿Cuál es el área de la superficie donde puede pastar la vaca?



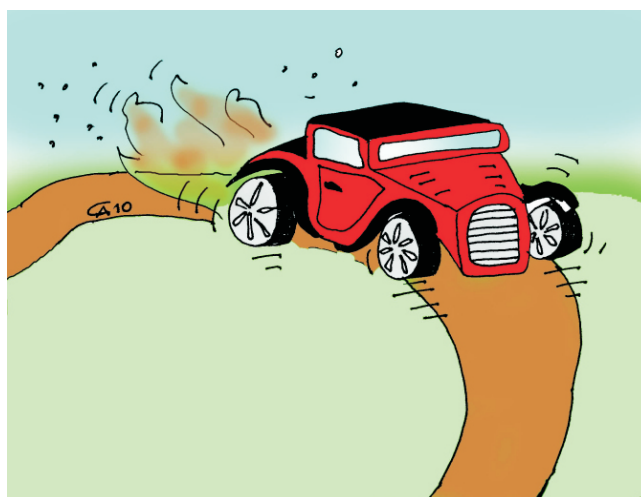
## La araña movediza

En el exterior de un cilindro de vidrio de 1,20 m de alto y 1,80 m de circunferencia se encuentra una araña, a 25 cm de la base, y en el interior del cilindro hay una mosca en el diámetro opuesto y a 2,5 cm del borde superior. La araña ve a la mosca y toma la ruta más corta para atraparla. ¿Qué ruta sigue la araña y qué distancia recorre?



## Auto que gira y gira

Para probar la capacidad de giro de un automóvil se le hace describir un círculo de tal modo que las ruedas exteriores dan el doble del número de vueltas que las interiores. La separación entre las ruedas de un mismo eje es de dos metros. ¿Cuál es el radio del círculo exterior?



*Quienes tengan una solución original para cualquiera de los problemas propuestos y quieran verla publicada en los próximos números de IDEÍtas tienen que enviarla a [ideitas@ungs.edu.ar](mailto:ideitas@ungs.edu.ar).*



## Tecnociencia, interdisciplina y derechos humanos

*El doctor en filosofía Javier Flax, investigador y docente de la UNGS, reflexiona sobre el acceso a la información pública y a la comunicación, el derecho a la investigación científica interdisciplinaria, a la tecnología propia y al desarrollo humano sustentable.*

Vivimos en la sociedad del conocimiento y la información. El acceso al conocimiento y la disponibilidad de información son derechos fundamentales que nos permiten ser más libres y vivir mejor. Sin embargo, el ejercicio de estos derechos es una posibilidad a la que no todos podemos acceder, ya sea porque no estamos bien dispuestos o porque el acceso nos está limitado.

El ser humano, desde su existencia como tal, tuvo que recurrir a la técnica; primero para sobrevivir y después para disponer de mejores respuestas frente a las diferentes necesidades. En el siglo XVII, el filósofo inglés Francis Bacon –el mismo que dijo “saber es poder”– opinaba que “sólo dominaremos la naturaleza obedeciendo sus leyes”. A través del conocimiento científico se consideraba posible alcanzar la felicidad de la humanidad mediante la satisfacción de las necesidades y la creación de riqueza, eliminando males como el hambre, la guerra y las enfermedades.

Pero a pesar de los ideales utópicos de la modernidad que expresó Bacon, no siempre se logró una vida mejor, como lo mostró la historia posterior. Cuando la ciencia se aplicó a la técnica, surgió la tecnología y comenzaron transformaciones extraordinarias en un sentido de mayor bienestar. No obstante los adelantos científicos, las revoluciones industriales y la mayor creación de riqueza, también se generó pobreza. La concentración de la propiedad, la nueva organización del trabajo, las nuevas formas de producción agraria e industrial condenaron a la pobreza a un gran sector de la población.

### Nuestros derechos

Actualmente, hay un enorme avance para revertir esa situación. Tanto a través de los derechos civiles y políticos (las libertades) como de los derechos económicos, sociales y culturales (la equidad) se pretende que todos accedamos a una igualitaria libertad. Si bien es cierto que frecuentemente esos derechos no se cumplen, su reconocimiento los hacen exigibles y posibilita que se avance en su respeto, garantía, protección y promoción.

En este contexto, se considera que tanto el acceso al conocimiento científico y tecnológico como el derecho a la información son derechos fundamentales reconocidos en pactos internacionales incluidos en nuestra

Constitución Nacional. Son derechos fundamentales como el derecho a la vida, a la integridad física, a la alimentación, a la salud, a la libertad de expresión, a la asociación, etcétera.

### Algunos conflictos

Como actualmente la convivencia humana es más conflictiva que cooperativa, frecuentemente el poder que brinda la tecnología se puede usar en beneficio de algunos pocos o para dominar a otros, lo que es visible, por ejemplo, en la imposición de productos y en el desarrollo de la industria bélica. Por eso, es importante que nuestro país invierta en investigación científica y tecnología, para así disminuir la brecha tecnológica con aquellos países más desarrollados y para tener una *matriz productiva diversificada*, y no ser un país dependiente con una economía basada sólo en el agro o en la industria extractiva, con predominancia en la producción de materias



primas sin elaboración por mano de obra propia.

En otros casos, se observan conflictos que tienen que ver con los *estilos de desarrollo* que se pretenden, lo que tiene que ver con las distintas preferencias de cómo vivir, por las diferentes pautas culturales, por el mayor o menor respeto a la naturaleza y a nuestros semejantes. El concepto de estilos de desarrollo se refiere también a la sustentabilidad, atendiendo a sus consecuencias sociales y ambientales. Por ejemplo, un estilo de desarrollo basado en el consumismo, en el uso indiscriminado de agrotóxicos o en la dilapidación de recursos naturales no renovables pone en riesgo el ambiente para las generaciones actuales y futuras.

## Ciencia, tecnología y desarrollo

Contra lo que se suele creer, la investigación científica y las aplicaciones tecnológicas no son neutrales, sino que suelen estar orientadas por "el mercado", y el mercado suele estar concentrado. Por mejores intenciones que tenga el científico o el tecnó-

logo, no puede ser ingenuo frente a esa realidad. Si no existe una orientación política dada por el Estado y la participación de una sociedad informada, se pueden producir efectos indeseables, aunque previsibles y evitables.

Por ello, es necesario fortalecer y consolidar la investigación científica y el desarrollo tecnológico, pero también debemos estar informados sobre sus consecuencias. Es imprescindible que se desarrollen las ciencias naturales y las ingenierías y que se sumen muchos jóvenes al estudio de esas disciplinas, porque el país necesita más científicos y más ingenieros. Con los que tiene actualmente no se podría alcanzar un desarrollo suficiente y sustentable. Pero también es necesario que otras disciplinas tengan su lugar, que sean financiadas y que puedan alertar sobre las consecuencias indeseables de algunas implementaciones tecnológicas. De este modo, el crecimiento no sería sólo económico, sino también en calidad de vida, es decir, se fortalecería globalmente el desarrollo humano.

## ¿Qué se puede hacer?

En este sentido, frente a problemáticas complejas se requeriría organizar la investigación de manera interdisciplinaria, no sólo delimitando el objeto a investigar y estableciendo canales de comunicación entre las diferentes disciplinas, sino también definiendo cuáles son los objetivos valiosos buscados y cuáles hay que prevenir, atendiendo a los posibles daños.

### Para pensar...

Veamos un caso a modo de ejemplo y de metáfora. Supongamos que hay que construir una represa hidroeléctrica. Nos planteamos algunas preguntas.

\* **¿Cuáles son los objetivos explícitos?**

La energía, la acumulación de agua para riego, la prevención de inundaciones, el turismo.

\* **¿Quiénes son los posibles beneficiarios?**

Quiénes se favorezcan por tener energía limpia y barata.

\* **¿Quiénes pueden ser los eventuales perjudicados?**

Quiénes viven donde se hace la represa, si son desplazados sin consultarlos y sin que se tomen los recaudos correspondientes.

### Pero...

\* **¿Tienen acceso a la información y a la expresión pública los afectados?**

\* **¿Qué derechos humanos se podrían estar lesionando?**

\* **¿Si unos ganan, necesariamente otros pierden? ¿Se pueden compatibilizar los derechos de todos?**

\* **¿Puede haber objetivos implícitos, es decir, que se mantienen fuera del conocimiento del público?**

\* **¿Cómo juegan las asimetrías de información?**

\* **¿Quiénes deben trabajar en el proyecto? ¿Ingenieros civiles, ingenieros electromecánicos, geólogos?**

\* **¿O también antropólogos, biólogos de diversas especialidades, sociólogos?**

\* **¿Tendrían algún papel los especialistas en comunicación o los abogados? ¿La filosofía tiene algo que aportar desde la ética y la epistemología?**

Por consultas, comunicate con Javier Flax, [jflax@ungs.edu.ar](mailto:jflax@ungs.edu.ar).

## Investigamos cómo se enfrían los cuerpos

*Dos experimentos simples: uno con agua, otro con bollitos de papel de aluminio.*

Es natural comprobar que un cuerpo caliente disminuye su temperatura hasta llegar a la temperatura del medio que lo rodea. Algo de esto observamos a la hora de tomar la sopa. Usualmente la sopa se sirve caliente y para disminuir el riesgo de quemarnos la lengua podemos soplarla o bien esperar un rato a que se enfríe. Pero ¿de qué depende este tiempo de espera o tiempo de enfriamiento? ¿Del tamaño del cuerpo? ¿Un cuerpo grande tarda más o menos en enfriarse que uno pequeño? ¿El material del que está hecho el cuerpo influye en la rapidez con la que se enfría? Y la forma del material ¿cómo interviene?

Uno de los primeros en enfrentar estas preguntas fue el célebre Isaac Newton (1641-1727). Resulta que hacia 1696 ocupó el cargo de jefe de la Casa de la Moneda de Inglaterra, donde le fue encomendado que cuidara la calidad de la acuñación de las monedas. Fue entonces cuando se interesó por estudiar cómo se enfriaban los bloques de metal con los que se hacían las monedas. Diseñó un experimento en el que utilizó termómetros, construidos por él mismo, con los que midió cómo variaba la temperatura de un bloque de metal que se enfriaba hasta alcanzar la temperatura del aire de la habitación en la que se encontraba. De este estudio pudo concluir que la temperatura del cuerpo disminuía de una manera particular, que hoy, usando lenguaje moderno, se expresa como una “variación exponencial decreciente”.

Más precisamente, la diferencia entre la temperatura del cuerpo que se enfría y la del medio en el que se encuentra sigue una ley conocida como ley de enfriamiento de Newton, que se expresa como:

$$T - T_0 = (T_i - T_0) \cdot e^{-t/\tau}$$

Aquí,  $T_i$  es la temperatura inicial del cuerpo,  $T_0$  la temperatura del medio circundante,  $t$  el tiempo y  $\tau$  (letra griega, se lee “tau”) es el tiempo característico del decaimiento de la temperatura.

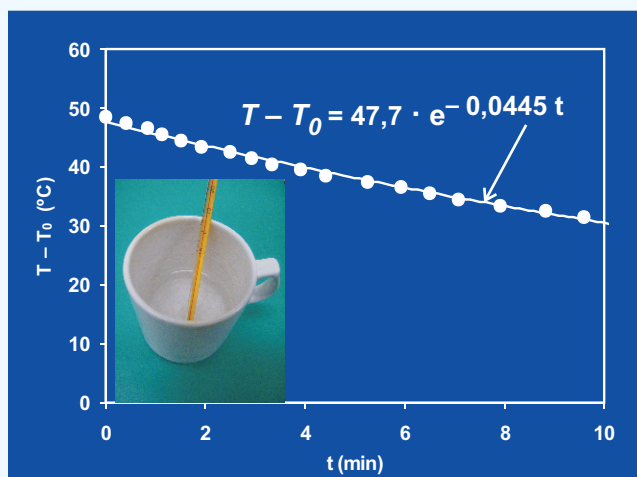
Mediante algunos experimentos simples podemos investigar la validez de esta ley de enfriamiento.

### Enfriamiento de agua caliente

Un experimento posible para estudiar el enfriamiento de un cuerpo requiere una taza, un poco de agua caliente, un termómetro de alcohol que mida entre 0°C y 100°C y un reloj. Primero, medimos la temperatura del ambiente. Luego, colocamos el agua caliente en la taza e introducimos el termómetro. El termómetro irá marcando temperaturas crecientes hasta que su lectura indique un valor máximo. A partir de entonces comenzamos a registrar la temperatura del agua mientras se enfría. Por ejemplo, podemos anotar el tiempo cada vez que el termómetro dé cuenta de que la temperatura del agua ha disminuido un grado centígrado.

Para analizar cómo fue la variación de temperatura en el tiempo es útil representar gráficamente la diferencia  $T - T_0$  en función de  $t$ . Se observará la tendencia decreciente de la temperatura y su arribo asintótico al eje del tiempo, que ocurre cuando el agua alcanza la temperatura de equilibrio con el medio. Esta tendencia puede ser representada por la función exponencial decreciente de la ley de enfriamiento de Newton. La función se puede conseguir con ayuda de una planilla de cálculo y de esta manera obtenemos la función exponencial decreciente que mejor se ajuste a los datos experimentales.

Los resultados mostrados corresponden al enfriamiento de 200 cm<sup>3</sup> de agua en una taza, desde una temperatura inicial de 70°C hasta la temperatura ambiente de 21°C. La expresión





obtenida muestra un coeficiente  $T_i - T_0 = 47,7^\circ\text{C}$ , comparable con el valor de  $49^\circ\text{C}$  que se espera de acuerdo con lo que predice la ley de enfriamiento. El valor de  $\tau$  se obtiene de hacer la inversa de 0,0445, que es el factor del exponente de  $e$  de la función obtenida, y resulta:  $\tau = 22,5$  min.

Algo a notar en la curva experimental es que la rapidez a la que se enfría el cuerpo depende de qué tan lejos o cerca esté su temperatura de la temperatura del ambiente. Vemos que el cuerpo tarda mucho más en descender  $1^\circ\text{C}$  cuando está “frío” (diferencia  $T - T_0$  pequeña) que cuando está “caliente” ( $T - T_0$  grande).

## Estudio del tiempo característico

En general, se puede inferir que a mayor volumen del cuerpo, mayor es el tiempo que tiene que pasar para que alcance la temperatura de equilibrio con el medio que lo circunda. Es decir, el valor de  $\tau$  es más alto cuanto más grande es el volumen del cuerpo. Por otro lado, se espera que cuanto mayor sea el área de contacto del cuerpo caliente con el medio externo, mayor será la pérdida de calor y, consecuentemente, el enfriamiento ocurrirá con más rapidez. Esto, por su parte, implica que el valor de  $\tau$  será menor cuanto mayor sea el área del cuerpo. Surge, entonces, que para cuerpos de igual material e igual forma, es posible que exista una relación de proporcionalidad entre  $\tau$  y la relación entre el volumen y el área del cuerpo.

Para llevar a cabo un experimento que ponga a prueba esta hipótesis, se necesita contar con varios cuerpos de distintos volúmenes. Podemos preparar algunos usando papel de aluminio –como el que se utiliza para envolver alimentos– con el que hacemos bollitos de distintos tamaños. Si cortamos rectángulos de papel de aluminio y los moldeamos sobre el bulbo del termómetro, podemos construir bolitas que serán los cuerpos a estudiar. Es conveniente que el armado de cada bolita se realice envolviendo el bulbo del termómetro con trozos de papel bien apretados de modo que el termómetro quede ajustado. Una vez hecho esto, procedemos a calentar la bolita con un secador de pelo hasta aproximadamente  $80^\circ\text{C}$ , y dejamos que se enfríe. Con el procedimiento del primer experimento obtenemos el tiempo de enfriamiento  $\tau$  de cada bolita.

Para ver el resultado, representamos en un gráfico el valor de  $\tau$  en función del diámetro  $d$  de las bolitas. Observamos que el valor de  $\tau$  es

mayor si la bolita es más grande. ¿Esto puede ayudar a nuestro estudio de la proporcionalidad entre  $\tau$  y el cociente volumen/área? En efecto, si suponemos que las bolitas de aluminio son esferas de diámetro  $d$  y realizamos el cociente entre el volumen de la esfera  $V = 4/3 \cdot \pi \cdot (d/2)^3$  y el área de la esfera  $A = 4 \cdot \pi \cdot (d/2)^2$ , obtenemos una relación volumen/área:  $V/A = 1/6 \cdot d$ . En conclusión, encontrar una proporcionalidad de  $\tau$  con el diámetro equivale a encontrar una proporcionalidad de  $\tau$  con el cociente volumen/área, con lo cual se verificaría la hipótesis propuesta.

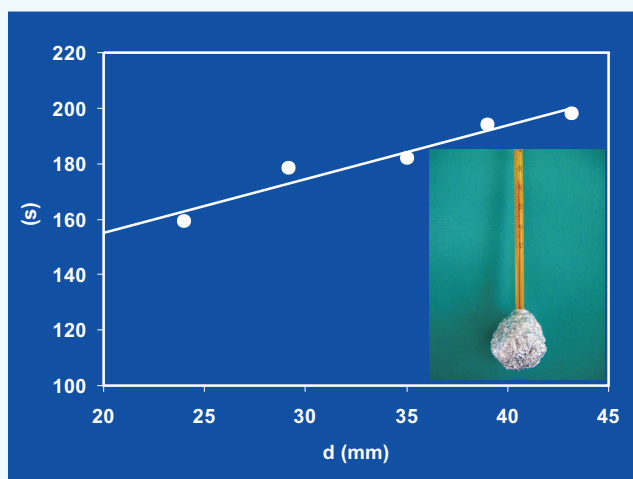


Gráfico: IDEÍtas

Para no enfriarnos, un par de preguntas para pensar y experimentar. ¿Qué ocurrirá si en vez de bolitas aluminio usamos bolitas de plastilina? ¿Y si en vez de ser de bolitas fuesen cubos? ¿Qué se modifica y qué no de nuestros razonamientos previos?

Isaac Newton



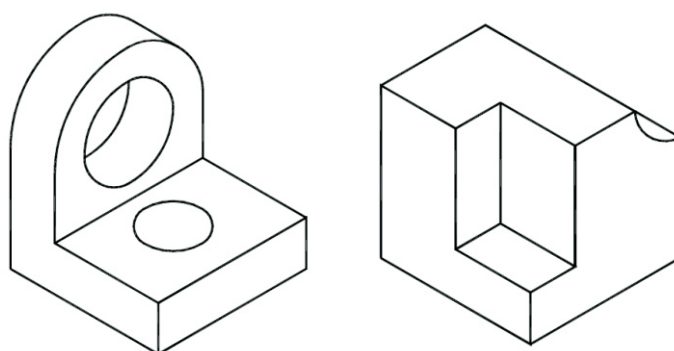
Imagen: Pablo Costa

## ¿Cómo funcionan las cosas?

Explicar ciencia y tecnología para ponerlas con claridad al alcance de todos es el propósito del sitio **ASÍ FUNCIONAN LAS COSAS** (<http://www.asifunciona.com>). En este sitio encontramos explicaciones de cómo funcionan aparatos, mecanismos y diversos productos tecnológicos. También hay temas relacionados con la electricidad y la electrónica, la física y la química, el hardware y la informática, la mecánica y mucho más. Las descripciones están completamente ilustradas y redactadas para que todos podamos entenderlas. Vale la pena pegarse una vuelta por ese rincón de la web.

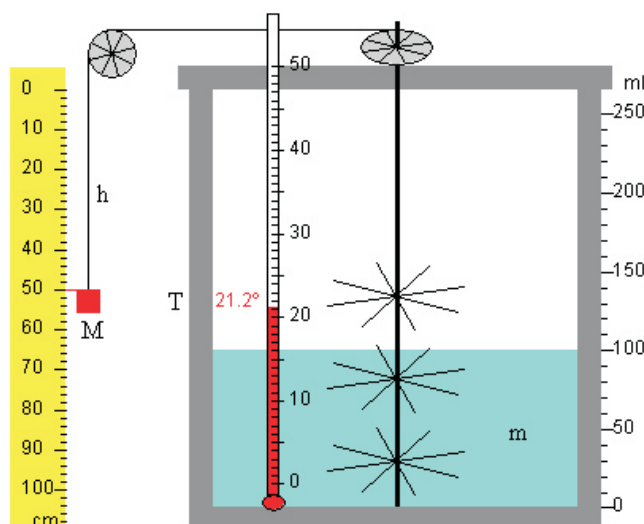
## Recursos de dibujo técnico

El aprendiz de dibujante tiene en la web, en el sitio **DIBUJO TÉCNICO** (<http://www.dibujotecnico.com>), un lugar donde consultar vocabulario técnico, hacer ejercicios, leer apuntes y ponerse a prueba haciendo tests. El sitio tiene una biblioteca de objetos 3D, orientación a programas de dibujo y tutoriales de AutoCAD 2D/3D y de 3D Studio.

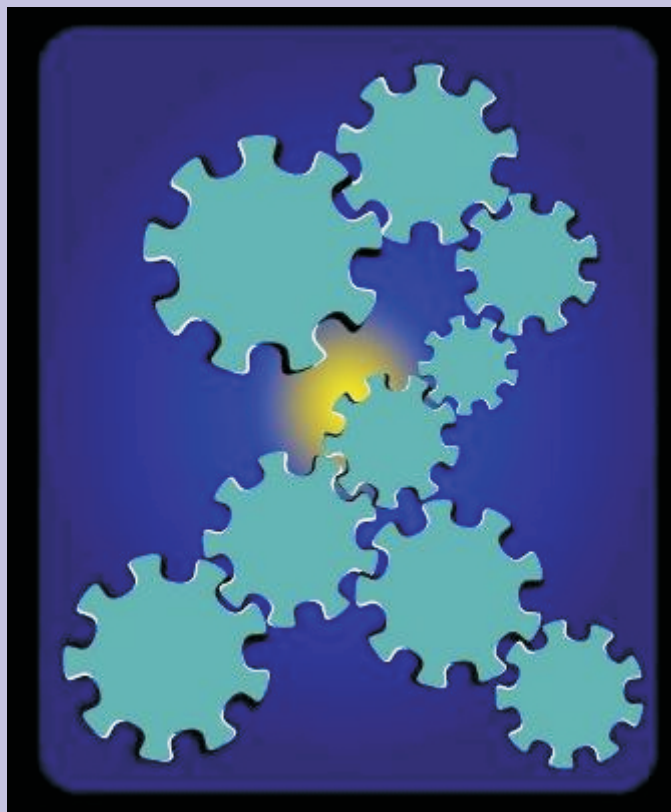


## Física con ordenador

El uso de la computadora está cada vez más extendido para mostrar casos de la física. El proyecto **FÍSICA CON ORDENADOR** en <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm> ofrece un curso interactivo de física en internet. Es un curso de física general que trata desde conceptos simples, como el movimiento rectilíneo, hasta otros más complejos de la física moderna. La interactividad se logra mediante más de quinientos applets que son simulaciones de sistemas físicos, representaciones de prácticas de laboratorio y de experiencias de relevancia histórica. También hay problemas interactivos de una gran variedad de temas (mecánica, electricidad, magnetismo, óptica).



Se invita a los docentes y alumnos de escuelas secundarias interesados en publicar en **IDÉITAS** sus proyectos e innovaciones realizados en el aula a enviar sus propuestas a [ideitas@ungs.edu.ar](mailto:ideitas@ungs.edu.ar).



Observá los engranajes. ¿Se mueven?



Revista **IDeitar**  
Algunos derechos reservados.



Esta obra está liberada bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Derivadas Igual 2.5 Argentina](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar), que permite copiar, distribuir, exhibir y ejecutar la obra, hacer obras derivadas, sin hacer usos comerciales de la misma, bajo las condiciones de atribuir el crédito correspondiente al autor original y compartir las obras derivadas resultantes bajo la misma licencia.

Más información sobre esta licencia en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar>.

Las imágenes que ilustran los artículos de este número son de producción propia o bien tienen autorización de sus autores o una licencia Creative Commons que permite copiar, exhibir y distribuir la obra.

Las imágenes de este número y las referencias a sus autores se pueden ver en: <http://www.cienciatedcreativa.org/ideitas/ideitas4.html>.

La versión digital de este número está en: <http://issuu.com/ideitas/docs/ideitas4>.