Universidad Nacional
de General Sarmiento

Revista

IDEítas

Año V - Nº 14

Paisaje urbano, S. Sidorov

Ingeniería Naturaleza Física Matemática

Talleres de asociativismo

Desde agosto de 2013 se vienen realizando Talleres de Asociativismo para capacitar a Organizaciones No Gubernamentales (ONG) de la zona de referencia de la universidad. El objetivo de los talleres es hacer hincapié en el uso de herramientas de gestión y administración, y fortalecer las capacidades institucionales, de dirigencia, comunicación y liderazgo de asociaciones civiles vinculadas al comercio, la industria y los servicios.

Los talleres son financiados por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) y se realizan bajo la dirección de Claudio Fardelli Corropolese, director del Instituto de Industria (IDEI), y la coordinación general de Cecilia Chosco Diaz, investigadora-docente del IDEI.

Entre los diversos temas que se tratan se incluyen los aspectos relevantes de una organización, como la toma de decisiones y el diseño de estrategias; formas de conducción de la organización, formación de equipos y redes; y capacidades y competencias necesarias. Además, se abordan cuestiones vinculadas a la transferencia de tecnologías como un proceso dinámico que favorece la interacción, la comunicación y la vinculación entre la universidad y los agentes de la sociedad civil.

También se hace hincapié en prácticas de comunicación y en que las organizaciones evalúen su rol actual y futuro, en el marco de la planificación y el manejo de la incertidumbre.

El cuerpo docente está conformado por Cecilia Chosco Diaz, María Rosa Saverino, Cintia Ojeda, Graciela Ramírez, Jorge Fernández y Viviana Ramallo, quienes se encargan de generar un espacio de aprendizaje innovador orientando debates sobre las dinámicas y mecanismos habituales de las organizaciones, y para fomentar vínculos e interacciones entre las organizaciones participantes. En 2013 participaron miembros de la Cámara Comercial Empresarial e Industrial de Malvinas Argentinas (CACEIMA), Asociación Mutual "El puente para todos" (San Miguel), Federación de Cooperadoras de San Miguel, Centro de Formación y Promoción de Derechos Primavera (J.C.P), Asociación Argentina de Formación Profesional de Hurlingham y Asociación Civil "Vecinos Unidos de 3 de Diciembre" de Moreno.

Algunos participantes de los talleres **Foto:** Chosco Diaz

En 2014 se prevé continuar esta experiencia a través de seminarios específicos.

Informes: cdiaz@ungs.edu.ar (coordinadora)

Universidad Nacional de General Sarmiento

Rector de la UNGS
Dr. Eduardo Rinesi

Director del Instituto de Industria
Lic. Claudio Fardelli Corropolese

Revista IDEítas
Director
Eduardo Rodríguez

Redacción
Néstor Olivieri
Lisandro Raviola
Eduardo Rodríguez

Colaboran en este número
Daniel Bes
Javier Luzuriaga

Diseño gráfico e ilustraciones
Maximiliano Cáceres
EER

Corrección
Gabriela Laster

Agradecemos a:
Cecilia Chosco Díaz
Oscar Zárate
Departamento Técnico-Administrativo
del Instituto de Industria

Marie Anne Paulze, madame Lavoisier

100 años del átomo de Bohr

Imagen: http://jocenuclear.tumblr.com

Índice IDEítas

Nº 14 - Año V

Universidad - Página 2

Física - Páginas 4, 5, 6 y 7

Desafíos - Página 8

Investigación - Páginas 9 y 10

Problemas - Página 11

Tecnología - Páginas 12 y 13

Personajes - Páginas 14, 15 y 16

Experimentos - Páginas 17 y 18

En la web - Página 19

Revista **IDEítas** es una publicación trimestral del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Se distribuye gratuitamente en escuelas secundarias. Realizada con el apoyo de un Proyecto Especial del Instituto de Industria.

Redacción: Oficina 4118, Módulo 4, Campus de la UNGS, Juan M. Gutiérrez 1150, (B1613GSX) Los Polvorines, Buenos Aires. E-mail: ideitas@ungs.edu.ar. Facebook: Ideítas de UNGS. Web: www.ungs.edu.ar/ideitas/.

El átomo de Bohr

En 2013 se cumplieron 100 años del modelo atómico de Bohr. El físico argentino Daniel Bes, quien trabajó en el Instituto Niels Bohr, reseña la historia de este logro científico.

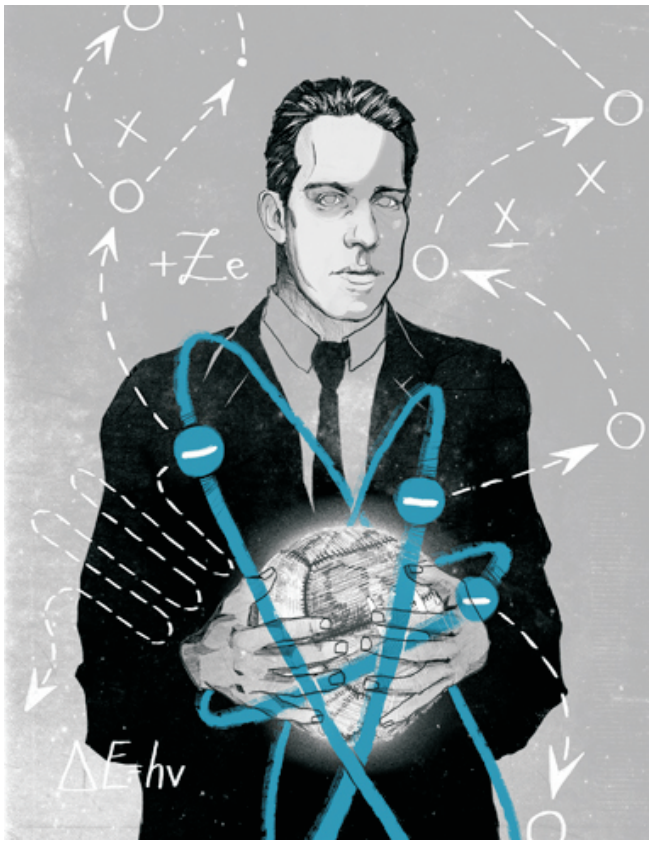
A principios del siglo XVII comenzó la construcción de lo que hoy llamamos *física clásica* y este edificio clásico aparecía terminado a fines del siglo XIX. Su construcción requirió dos cosas: por un lado, de tratamientos precisos para predecir la evolución de los sistemas mediante ecuaciones matemáticas, lo cual implicó el abandono de la intuición a favor del formalismo; por el otro, la verificación experimental de las predicciones.

La física clásica tiene un carácter determinista y supone la existencia de una realidad física independiente del observador. Su mayor triunfo conceptual fue la descripción del movimiento de los astros, incluyendo la predicción de la existencia de nuevos planetas, para lo cual se implantó el concepto de partícula independiente (un planeta era un punto que se movía alrededor del Sol). También se unificó el tratamiento de campos eléctricos y magnéticos, dando lugar a la representación de rayos de luz en términos de ondas caracterizadas por su frecuencia.

Alrededor de 1900 aparecieron problemas con las "verdades eternas" de la física clásica y se necesitaron pioneros con mucho coraje y mucha capacidad para cuestionarlas y reemplazarlas. Los más relevantes durante el primer cuarto de siglo fueron los alemanes Max Planck y Albert Einstein y el danés Niels Bohr. Los dos primeros trataron radiaciones electromagnéticas; el tercero, la materia. Es la intención de este artículo recordar la contribución de Bohr (1885-1962) a la comprensión del átomo, de la que en 2013 se cumplieron 100 años.

Los albores

En octubre de 1900 Planck inventó una expresión matemática que, hasta el día de hoy, da cuenta de la distribución de la radiación emitida por un cuerpo negro –un cuerpo que no refleja la luz– en función de la frecuencia y de la temperatura. Planck logró la expresión a costa de postulados no clásicos, uno de los cuales requiere que la radiación electromagnética sea emitida en paquetes de energía proporcional a la frecuencia ν, $E = h\,\nu$. La constante de proporcionalidad h es la constante de Planck.



Clásicamente, cualquier intensidad era posible para una radiación de frecuencia ν. La propuesta revolucionaria de Einstein en 1905 consistió en suponer que la radiación electromagnética libre, y no solamente la emitida por un cuerpo negro, está compuesta por fotones, paquetes de energía similares a los de Planck. Esto contradecía la naturaleza ondulatoria de la luz, uno de los aspectos de la teoría electromagnética de Maxwell mejor comprendido y verificado hasta entonces. La hipótesis de Einstein arrastraba la consecuencia que en el efecto fotoeléctrico se absorbe un fotón, y fue aceptada recién cuando el norteamericano Arthur Compton verificó experimentalmente en 1923 las leyes del choque entre partículas para el caso del fotón. Esta fue la primera partícula predicha teóricamente.

Las ideas de Bohr

En su tesis, Bohr continuó la teoría clásica del movimiento de electrones en metales y mediante la aplicación de la mecánica estadística dedujo resultados muy generales, y algunos de ellos describían fenómenos no explicables en el marco de la teoría clásica. A partir de septiembre de 1911, Bohr realizó una estadía posdoctoral en la Universidad de Cambridge donde trabajaba Joseph J. Thompson,

el científico inglés que descubrió el electrón y responsable de importantes avances en la teoría de esa partícula. Bohr había corregido los resultados de Thomson en su tesis y fue un gran desaliento saber que jamás se había sentado a leerla.

En marzo de 1912 Bohr pasó a Manchester, donde Ernest Rutherford había realizado trabajos fundamentales en radiactividad, que culminaron en 1911 con el descubrimiento de que la masa atómica está concentrada en un núcleo de extensión muy pequeña, del orden de 100.000 veces menor que la del átomo. Fue el nacimiento de la física nuclear. El modelo atómico de Rutherford consistía en electrones girando alrededor del núcleo, a semejanza de los planetas en torno del Sol, pero no decía nada de la estabilidad ni del tamaño del átomo. Para la física clásica los electrones debían perder rápidamente energía por emisión de radiación y precipitarse hacia el núcleo. Tampoco se cumplía la relación que Maxwell había deducido entre la frecuencia de la radiación emitida y la de la órbita del electrón, algo que sí se había verificado experimentalmente en antenas para ondas de radiofrecuencia y las corrientes que las producen.

Otro dato que se sumaba a las consideraciones de la estructura atómica era el aportado, en 1885, por el matemático suizo Johann Balmer. Este había encontrado que las cuatro frecuencias entonces conocidas, que emitían los átomos de hidrógeno, y que habían sido medidas por el sueco Anders Ångström, seguían una relación proporcional a la diferencia de los inversos cuadrados de dos números naturales. Como alguna vez dijo el mismo Bohr, estas regularidades del espectro del hidrógeno eran consideradas como los dibujos en las alas de las mariposas: su belleza podía ser admirada, pero no se suponía que podían revelar ninguna ley biológica fundamental.

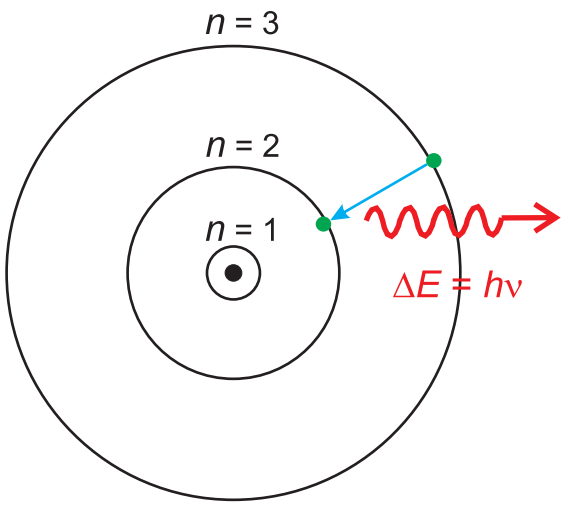
De regreso en Dinamarca, Bohr desarrolló ideas acerca de la estructura de los átomos en su estado fundamental y en febrero de 1913, casi treinta años después de su publicación, tomó conocimiento de la expresión de Balmer. Era lo que le faltaba para completar su modelo. El aporte de Bohr fue considerar al electrón en el átomo moviéndose a distancias fijas del núcleo sin perder energía mediante radiación. Se mantiene en "estados estacionarios" determinados por la condición de que la energía cinética del electrón esté cuantificada, como lo habían hecho Planck y Einstein para la radiación. Combinando esta condición con reglas simples derivadas de la mecánica de Newton, Bohr obtuvo energías inversamente proporcionales al cuadrado de un número natural, $-R/n^2$, donde R es una constante que se denomina de Rydberg. Declaró estable el estado con $n = 1$, en flagrante contradicción con el electromagnetismo clásico, e inestables los estados excitados con números mayores. El electrón podía caer de un estado con un número alto a otro con un número bajo emitiendo radiación de frecuencia dada por la fórmula de Balmer. Derivó teóricamente un valor para la constante R que concordaba con el valor empírico hallado por Balmer, dentro de la incertidumbre de los valores de la carga del electrón y de la constante de Planck conocidos entonces. También aparecía por primera vez en física la idea de un *número cuántico*.

La relevacia del modelo de Bohr

El trabajo de Bohr también mostraba que cuando el número cuántico se hace muy grande, los períodos de dos órbitas consecutivas tienden a un valor común que está de acuerdo con la frecuencia asociada a la transición de una órbita a la otra. Aunque los mecanismos fuesen distintos, los resultados de la teoría de Bohr tienden a los de la física clásica; se dice que se corresponden con los de la física clásica. El *principio de correspondencia* constituyó para Bohr la esencia de la cuántica y él dedicó muchas horas de su vida para reformularlo y perfeccionarlo.

Este fue el primer triunfo de la mecánica cuántica. En menos de un mes Bohr desarrolló la primera parte de su obra fundamental, que envió a Rutherford para su publicación. En la respuesta, Rutherford criticó la longitud del trabajo y se ofreció para reducirla a la mitad. Asustado, Bohr tomó el primer barco para Inglaterra y consiguió, después de horas de discusión, salvar todos sus argumentos, excepto por los cambios lingüísticos. El trabajo apareció en la revista especializada Philosophical Magazine en 1913. Bohr desarrolló la segunda y la tercera parte de su trabajo durante la primavera y el verano de 1913. Aplicó su teoría a átomos más complicados y a moléculas, con éxitos y fracasos.

A partir de 1913 hubo importantes verificaciones experimentales del modelo. Para explicar las mediciones espectrales que Fowler había hecho en su laboratorio de Londres, Bohr sugirió que se tome en cuenta que la masa del núcleo no es infinita respecto de la del electrón, y por ello debería usarse la masa reducida del electrón. Con esto predijo por primera vez resultados en espectroscopia atómica con cinco cifras significativas. Además, no solo se pudo reordenar los elementos conocidos de la tabla periódica, sino que también predijo los que faltaba descubrir (por ejemplo, el hafnio, Hf). En 1914 los alemanes Franck y Hertz proporcionaron otra confirmación del modelo al bombardear átomos de mercurio con electrones. Estos pierden en la colisión una energía de 4,9 eV (eV es una unidad de energía denominada electrón-Volt) y el sistema emite radiación ultravioleta de exactamente la misma energía. Bohr interpretó que el electrón incidente promueve al electrón exterior del átomo de mercurio a la órbita siguiente, y este vuelve a la inicial emitiendo radiación de acuerdo con el modelo. Esta explicación recién fue aceptada por Franck y Hertz en 1919.



Bohr se refería con humor a estas verificaciones contando que un visitante, al ver una herradura colgada encima de la puerta, preguntó si él (Bohr) realmente creía que traía buena suerte. La respuesta fue: Por supuesto que no, pero me dijeron que funciona, incluso si uno no cree en ello. El modelo partía de una inconsistencia al suponer la validez simultánea de la física clásica y de la cuantificación de la energía cinética; ambas se contradecían entre sí. Bohr siempre fue consciente de esta contradicción. En su conferencia ante la Sociedad Científica Danesa de diciembre de 1913, reconoció el conflicto entre estas consideraciones y el admirablemente coherente grupo de conceptos correctamente llamados teoría clásica de la electrodinámica.

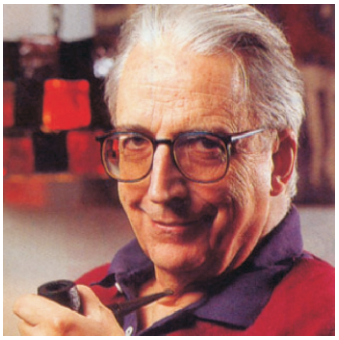
Durante la década siguiente a 1913 se fueron acumulando éxitos y dificultades con el modelo. Por ejemplo, el espectro del helio resultó intratable, a pesar de los heroicos esfuerzos para entenderlo realizados por científicos como el holandés Kramers, el alemán Heisenberg y otros. Hubo que introducir además conceptos nuevos e importantes que fueron apareciendo, como el número de electrones con un mismo número cuántico *n*, más números cuánticos, el *spin* que definía el tipo de partícula (si se trataba de un fermión o un bosón), el principio de exclusión de Pauli y las estadísticas asociadas. Todo esto llevó a la etapa siguiente de la cuántica, la que va de 1925 a 1928, con las formulaciones de Heisenberg, de Schrödinger y de Paul Dirac.

Su legado

En 1920 se creó el Instituto que hoy lleva el nombre de Niels Bohr, dependiente de la Universidad de Copenhague. Allí guió Bohr esta gran aventura del pensamiento y profundizó rumbos (a veces, equivocándose). Para ello no necesitó escribir fórmulas mucho más complicadas que las sencillas a las que nos hemos referido. Insistió en comprender las implicaciones filosóficas de la nueva física, usando como herramientas fundamentales las palabras, que constantemente luchaba para definir en forma precisa. Esta parte de su legado es necesario para comprender la mecánica cuántica, pero no para calcular con ella. Durante la década de 1950 Bohr abrió su Instituto para que allí se conocieran y trabajaran juntos físicos de uno y otro lado de la cortina de hierro. Posiblemente quiso incluir a algunos representantes del sur, y a eso se debió que yo fuese admitido en 1956. Allí trabajé junto a su hijo Åge Bohr y a Ben Mottelson. Para Bohr padre, esta fue la época de la serenidad y de la pipa. Conservo el recuerdo de las reuniones en su casa de Carlsberg en las cuales los visitantes terminábamos sentados en un círculo alrededor de él. Recuerdo su conversación a la vez profunda y llena de humor, durante la cual se apagaba –y volvía a prender– innumerables veces la misma pipa.

En palabras de historiador de la ciencia Abraham Pais: Bohr, completamente consciente de que estos conceptos posiblemente no podrían ser descriptos en términos de la física clásica pero que, sin embargo, era esencial establecer una conexión entre la física clásica y la cuántica, dio la primera orientación firme y duradera hacia un entendimiento de la estructura atómica y de la dinámica atómica. En este sentido puede ser considerado el padre del átomo.

"Lo opuesto de una formulación correcta es una formulación falsa. Pero lo opuesto de una verdad profunda puede ser muy bien otra verdad profunda."
Niels Bohr



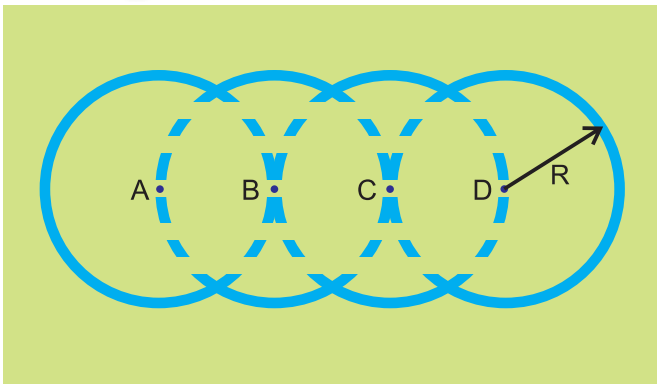
El autor

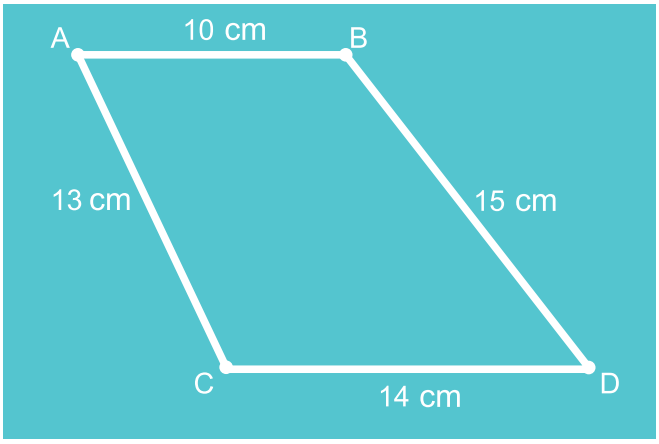
Daniel Bes es Doctor en Ciencias Físicas (Universidad de Buenos Aires). Fue becado por la Comisión Nacional de Energía Atómica para trabajar en el Niels Bohr Institute de Dinamarca (1956-1959). Fue Profesor Titular del Departamento de Física de la Universidad de Buenos Aires, y también ejerció la docencia en la Universidad de Minnesota, la Universidad Tecnológica Nacional y la Universidad Favaloro. Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de San Martin (2008). Miembro de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Academia de Ciencias de América Latina y del International Centre for Theoretical Physics (Italia). Recibió numerosos premios, entre ellos el Premios Konex de Platino de Ciencia y Tecnología (1983) y el Premio Bung y Born (1986).

Con la colaboración de Eduardo Rodríguez, Doctor en Física (Instituto Balseiro).

Para alumnos y profesores

¿Cuál es la longitud de la trayectoria curvilínea marcada continuamente?



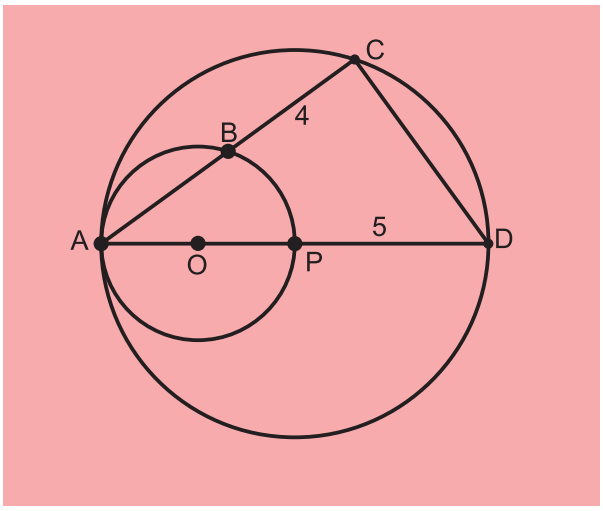


En el diagrama, AB es paralelo a CD y las longitudes de los lados son las mostradas.

Encontrar el área encerrada por el cuadrilátero ABCD.

En el diagrama, el círculo pequeño está centrado en O, el círculo grande en P y ambos se intersectan sólo en el punto A. Los segmentos BC y PD tienen las longitudes mostradas.

Encontrar la longitud del segmento CD.



Sistemas de mejora continua

Cómo se establecen en las empresas y organizaciones.

Las empresas y las organizaciones necesitan contar con procedimientos que les aseguren eficiencia y crecimiento. Para lograr estos objetivos, planifican acciones que les permitan mejorar continuamente. Un grupo de investigación del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento estudia el comportamiento de sistemas organizacionales, en particular de pequeñas y medianas empresas, para detectar los factores clave que pueden dar lugar a mejoras sostenibles en el tiempo.

Un sistema de mejora continua está conformado por una serie de procesos capaces de integrar las competencias y la experiencia de las personas dentro de los procesos de la organización para obtener resultados. El director del equipo de investigación, el ingeniero Héctor Formento, explica que "en realidad, un sistema de mejora tiene también otros efectos complementarios, como generar actitudes positivas de los individuos dentro de la propia organización y que terminan siendo efectivos tanto para las empresas como para las personas."

El equipo de investigación ha estado estudiando este tipo de procesos durante los últimos once años. Héctor Formento también es vicepresidente de la Sociedad Argentina Pro Mejoramiento Continuo (SAMECO) y explica sobre el origen de los sistemas de mejora y dónde se aplican

actualmente: "Si bien la industria fue la que hizo punta con estos sistemas, específicamente la industria automotriz, hoy en día los sistemas de mejora continua se pueden aplicar a cualquier tipo de organización e incluso a organizaciones públicas y sin fines de lucro" y aclara que "hay ejemplos tanto de organizaciones de servicio como organizaciones relacionadas con el ambiente de la salud, e incluso municipios, que están haciendo sus primeras experiencias en este campo."

La aplicación de procedimientos que abran camino a las mejoras de las organizaciones presenta varios desafíos y uno de ellos es establecer una definida cultura de trabajo. Desarrollar en una industria la cultura de la mejora continua es uno de los mayores desafíos para este tipo de sistemas dado que es la base para el funcionamiento sustentable de estos procesos en el tiempo. Formento indica que "el desarrollo de una cultura de mejora continua implica un proceso de varios años, entre tres y cinco, durante los cuales los individuos van incorporando actitudes, comportamientos y hábitos que terminan haciéndose invisibles para ellos mismos, es decir, definen una forma de trabajo".

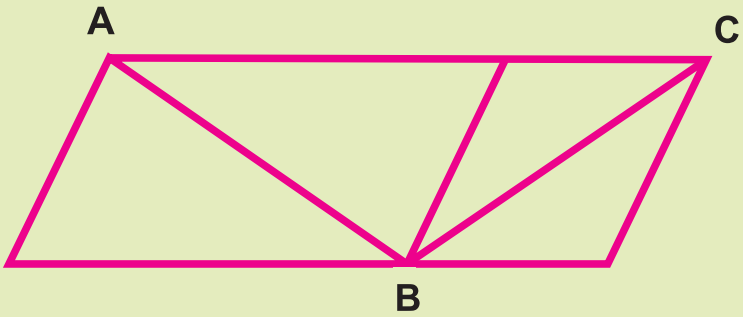
Las investigaciones han mostrado que estos procesos, aunque complejos, son necesarios para aumentar la competitividad de las empresas. Algunos elementos clave para conformar un sistema de mejora continua son más bien obvios e incluyen necesariamente el uso de métodos sistemáticos de análisis, acompañados por el entrenamiento y la capacitación de las personas. En cambio, otros no lo son tanto y se relacionan con lo que a veces se llaman aspectos intangibles del sistema, lo que tiene que ver con, por ejemplo, el nivel de compromiso de los directivos, los niveles de comunicación tanto verticales como horizontales que se desarrollan en la empresa y la posibilidad de desarrollar un clima interno adecuado a través de un buen programa de reconocimiento. "Se observa que todos estos factores tienen un peso significativo para que un proceso de mejora continua sea sustentable en el tiempo", concluye Formento.

El análisis realizado en diversas empresas permitió al equipo de investigación del Instituto de Industria determinar que el esfuerzo dedicado al desarrollo de las personas redunda en eficiencia, efectividad y motivación, y que estos beneficios no siempre se pueden obtener con el solo uso de recursos materiales o tecnológicos.

El equipo de investigadores liderado por el ingeniero Formento está dedicado ahora a analizar casos de empresas grandes de la Argentina, a fin de detectar cuáles son los aspectos esenciales que les permiten desarrollar mejoras tanto en su producción como en la capacidad de los recursos humanos.

¿Una competencia justa?

Silvia y Yolanda van a jugar una carrera. Silvia va a salir del punto A para ir al punto B. Yolanda lo hará del punto C para arribar también al punto B. Las dos van a partir al mismo tiempo, van a correr con la misma velocidad siguiendo la línea recta que une los respectivos puntos. ¿Quién ganará la carrera?



El problema del tablón

Un carpintero quiere cortar un tablón de 80 cm de largo y 30 cm de ancho en dos pedazos iguales, para luego pegarlos y obtener una pieza rectangular que tenga 120 cm de largo y 20 cm de ancho. ¿Cómo podría lograr esto?

¿Cuál es el número?

¿Cuál es el número natural de cinco dígitos que al multiplicarlo por cuatro, devuelve otro número natural de cinco dígitos ordenados en forma inversa al primero?

$$\begin{array}{r} A\,B\,C\,D\,E \\ \times\,4 \\ \hline E\,D\,C\,B\,A \end{array}$$

Software libre

Una mirada al mundo del código abierto.

Las computadoras están en todas partes: en autos, teléfonos celulares, lavarropas, cajeros automáticos y, por supuesto, sobre nuestros escritorios. Las usamos para comunicarnos, para jugar, para producir documentos y almacenar todo tipo de información. Pero ¿somos libres de usar sus programas?

Computadoras y recetas

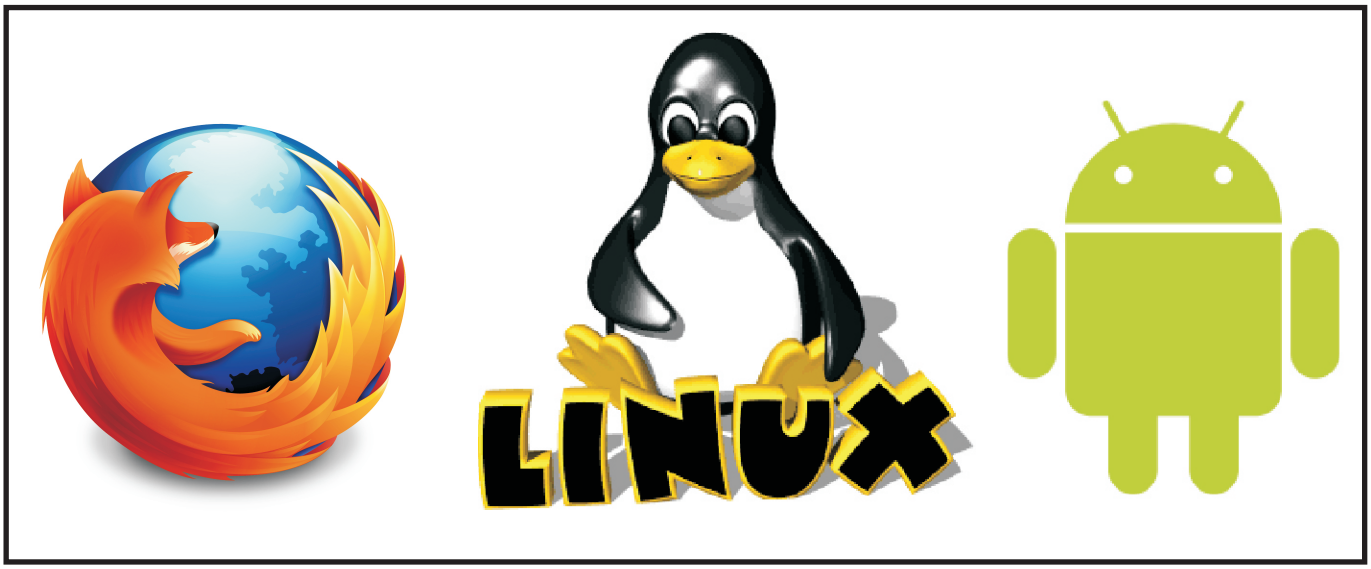
Decir que una computadora sin un programa que le diga qué hacer es chatarra sofisticada es una verdad para todos los fines prácticos. Los programas son a la computadora lo que una receta de cocina es a un cocinero, en el sentido que indican qué acciones debe realizar sobre los ingredientes para proporcionar un resultado. Estas instrucciones, denominadas *código fuente*, se traducen posteriormente a *código binario* que la computadora interpreta, pero que es prácticamente indescifrable para un humano. Solo disponiendo del código fuente podemos saber cómo funciona un programa y, eventualmente, modificarlo para que haga cosas diferentes de acuerdo con nuevas necesidades.

Compartiendo el código

Suele pasar que el código fuente no está disponible para quien usa el programa. De este modo, los usuarios solo pueden saber qué hace el programa en base a lo que les dice el programador, y dependen de su buena voluntad para realizar cualquier cambio.

En los orígenes de la computación era normal e incluso provechoso compartir el código fuente, ya que la colaboración entre usuarios permitía mejorar los programas a partir del trabajo colectivo. Sin embargo, desde hace varias décadas el software empezó a ser un negocio y las empresas comenzaron a vender sus programas dando a los usuarios solo el código binario. Para asegurar el control del negocio, implementaron restricciones legales y penalidades sobre la distribución de copias, actividad a la que peyorativamente calificaron como *piratería*.

Algunos programadores y usuarios de computadoras quisieron recuperar el espíritu colaborativo de los inicios y comenzaron a promover el uso de *software libre* y de *código abierto*. Los programas de este tipo se pueden ejecutar en cualquier



finalidad y se distribuyen junto con su código fuente, de manera que los usuarios pueden estudiarlos, modificarlos y compartir con otros las modificaciones. Por oposición, los programas que no son libres se llaman *propietarios* o *privativos*.

Del software libre a la cultura libre

La idea central es que el intercambio de programas favorezca el progreso del software y libere a los usuarios de las decisiones, a veces caprichosas o contrarias a sus intereses, de las empresas desarrolladoras de software privativo. Por ello, es común que alrededor de un programa libre se forme una comunidad de programadores y usuarios con el objetivo de proponer e implementar avances, detectar y corregir errores, escribir documentación en diferentes idiomas y darles difusión para que otros puedan conocerlo.

Esta misma actitud colaborativa se ha trasladado a otros ámbitos, como la producción y distribución de música, películas, publicaciones científicas, diseños electrónicos y otras obras creativas.

La filosofía de fondo que comparten estos movimientos por la cultura libre incentiva el intercambio y el libre acceso a la información y al conocimiento, que es una forma efectiva de enriquecer la cultura y hacerla tan accesible como lo permitan los medios tecnológicos disponibles.

Un caso de éxito archiconocido es *Wikipedia*, la enciclopedia digital editada por miles de usuarios alrededor del mundo. Entre infinidad de otros ejemplos posibles, el proyecto *Arduino* proporciona a artistas, diseñadores y estudiantes numerosos circuitos electrónicos de libre utilización para la creación de objetos interactivos, y el proyecto *RepRap* desarrolla en forma abierta una impresora 3D que puede autoreplicar algunas de sus partes.

Algunos ejemplos

En la actualidad, todo el mundo conoce o ha utilizado Internet –quizás de la mano de *Firefox*, un navegador libre– pero no es tan difundido el hecho de que uno de los programas más importantes para el funcionamiento de la *web* es libre y se llama *Apache*. También es software libre *Android*, el sistema operativo más popular para celulares y tablets. A su vez, *Android* deriva de *GNU/Linux*, base de numerosos sistemas operativos de código abierto como *Ubuntu*, *Linux Mint* o *Debian*, alternativas libres a *Microsoft Windows* y *Mac OS*. Dentro de este grupo, tenemos también a *Huayra Linux*, desarrollado en Argentina para el programa Conectar Igualdad. Por último, *LibreOffice* es un conjunto de programas de oficina que compite desde la libertad con el propietario *Microsoft Office* y que ofrece prestaciones similares.

Los invitamos desde estas páginas a explorar, tomando como punto de partida los ejemplos anteriores, el vasto mundo del código abierto y la cultura libre.

Marie Anne Paulze (1758-1836)

Pionera de la Química, sus logros científicos son apenas difundidos.

Cuando 2011 fue declarado el Año Internacional de la Química, se estaba conmemorando el centenario del Premio Nobel de Química otorgado en 1911 a madame Curie. Pero la química existió mucho antes que los premios Nobel, y también participaron mujeres desde el comienzo de esta disciplina. Cien años antes que madame Curie, vivió en Francia madame Lavoisier. Su biografía es mezcla de montaña rusa y tren fantasma. No de cartón como en los parques de diversiones sino el terror real de la Revolución Francesa del siglo XVIII.

Marie Anne Paulze, de casada madame Lavoisier, vivió altos y bajos, colaboró en la fundación de la ciencia de la química y consiguió sobrevivir a los turbulentos años del fin del siglo XVIII. Se casó dos veces, las dos con hombres famosos por sus aportes a la ciencia.

Nació en 1758 en la Francia de Luis XV en una familia de la aristocracia del Reino. Aunque huérfana de madre a los tres años, Marie Anne recibió una educación esmerada. Su padre, Jacques Paulze, sabía moverse dentro del sistema. Los reyes de Francia habían tenido la idea de privatizar la cobranza de impuestos, y existía una compañía comercial llamada tal vez irónicamente (aunque ese era su título oficial) la *Ferme Générale*, es decir la Granja General, y Jacques Paulze era uno de los socios. Esta organización cosechaba los impuestos para el Rey y sus miembros recibían un porcentaje sobre lo recaudado. Los socios de la *Ferme* no eran muy queridos por el resto de los franceses, pero materialmente tenían sus necesidades muy bien cubiertas.

Cuando Marie Anne tuvo edad casadera, su padre decidió casarla con uno de sus colegas más jóvenes en la *Ferme*, un tal Antoine Lavoisier, un muchacho de 28 años, despierto y con futuro. También pareció ser del agrado de Marie Anne y se casaron pronto. Ella tenía 13 años, edad suficiente para el matrimonio en la época.

Empezada la vida en común se convirtieron pronto en una pareja feliz, si bien el principal defecto del joven Antonie era su afición desmedida por la antigua ciencia de la Alquimia. Esto no fue problema para Marie Anne, que llegó a compartir por completo esta pasión de su esposo.

Marie Anne Paulze y Antoine Lavoisier, óleo de Jacques L. David

En esa época, era moda que las señoras elegantes e inteligentes de París mantuvieran *salons*, reuniones sociales en las que se discutían diversos temas, en general literarios o filosóficos. El *salon* de los Lavoisier tenía un marcado sesgo científico y Marie Anne brillaba en él con luz propia. Allí desfiló lo más representativo de la ciencia del momento.

Además de conversar en su *salon* Marie Anne empezó a colaborar con su marido en la Alquimia, que estaba en plena revolución. Había sido una ciencia oculta medieval, semi mágica, pero se estaba convirtiendo en la moderna ciencia natural de la Química. Antoine Lavoisier fue uno de los principales responsables de este cambio y se lo considera el "padre de la Química". Marie Anne podría ser considerada "la madre". Participó como socia en esta empresa y colaboró en muchos aspectos importantes de las investigaciones de Antoine.

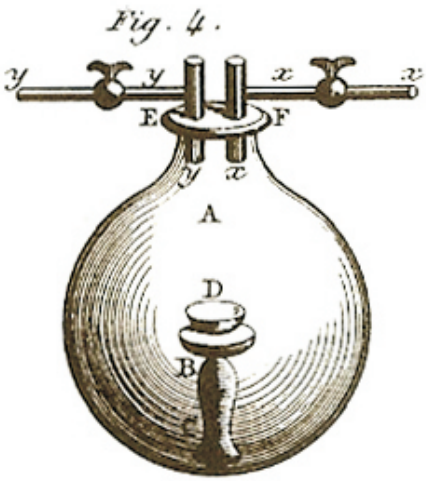
Madame Lavoisier tradujo para los químicos franceses la obra *Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids*, del inglés Richard Kirwan, defensor de la teoría del flogisto, una sustancia similar al fuego que se suponía que era liberada durante la combustión. La oportuna traducción, más una serie de anotaciones que realizó señalando los errores que encontraba, permitió a los Lavoisier y otros colaboradores demoler esa teoría y reemplazarla por la explicación actual. Para Kirwan las cosas se quemaban porque liberaban flogisto, una sustancia de peso negativo. Para los franceses, en cambio, había una parte del aire, el oxígeno (elemento bautizado así por Lavoisier), de peso normal que se combinaba con la madera, la vela o lo que fuera para la combustión. Este resultado es clave en la química, y se usa hasta el día de hoy. En el camino, Lavoisier postuló que la masa de los reactivos se conserva en las reacciones químicas: "nada se pierde, todo se transforma" es frase acuñada por él.

Marie Anne acompañó y ayudó a su marido en toda esta serie de experimentos. En 1775 al ascender Luis XVI al trono, a Lavoisier lo nombraron codirector de la

Administración de la Pólvora del Rey. Ya empezaba a verse la conveniencia de contar con un químico en esta rama de la industria armamentista. En los laboratorios del polvorín, Lavoisier y Anne Marie pudieron dedicar más esfuerzos a su pasión científica. Definieron de una nueva manera lo que eran los elementos a ser estudiados, abandonando los antiguos elementos de los filósofos griegos: tierra, agua, fuego y aire. Lavoisier adoptó un criterio mucho más empírico que filosófico. Para él, substancia que no podía descomponerse, era un elemento. También abandonaron las nociones místicas reemplazándolas por los datos empíricos y cuantitativos usando una balanza de precisión, que en esa época era tecnología de punta.

Juntos emprendieron la publicación de un libro, *Traite Elemental de Chimie,* que fue muy influyente en su época, y empezaron un ambicioso programa de publicaciones resumiendo todos sus experimentos. Pero no pudieron escribir juntos más que el primer tomo. La desgracia los alcanzó en la forma de la Revolución Francesa.

Irónicamente, los Lavoisier estaban a favor de los ideales de la Revolución, pero la *Ferme Générale* fue uno de los focos



Una ilustración del *Traite Elemental de Chimie.*

sobre los que recayó la cólera de los revolucionarios y tanto Lavoisier como su suegro fueron víctimas de esta furia contra los antiguos recaudadores de impuestos. A pesar de los esfuerzos denodados de Marie Anne, su esposo y su padre fueron guillotinados el mismo día, el 8 de mayo de 1794. Anne Marie quedó devastada por este golpe. Con el fin del terror pudo recuperar algunos de sus bienes y lo más apreciado por ella, los manuscritos inéditos de Antoine.

En los años siguientes más conservadores, volvió a la actividad de los *salons* y, sobre todo, se propuso terminar de escribir y publicar los trabajos de su marido. La divulgación de los fundamentos de la Química y de las ideas de Lavoisier se deben al trabajo de edición y recopilación de Anne Marie y continuaron influenciando a los incipientes químicos de la época. Dado que ella concibió esta labor como homenaje a Antoine, sus aportes originales son imposibles de descubrir en esta obra. Esto explica por qué no es más conocida como científica original. Hasta su mérito como divulgadora y editora de la obra de su marido ha sido mayormente olvidado.

Anne Marie continuó con su vida. En 1801, conoció al Conde de Rumford, quien había nacido en territorio norteamericano cuando aún era colonia inglesa y bautizado Benjamin Thompson. Cuando estalló la guerra de Independencia, Thompson se enroló con los rebeldes, pero actuaba como espía del rey inglés. Antes de la independencia consiguió huir a Inglaterra. Rumford conoció a Anne Marie Lavoisier en París, y después de un largo cortejo se casaron. Anne Marie no quiso abandonar su anterior apellido y Rumford aceptó que su nombre fuera Anne Marie Lavoisier de Rumford. Luego de una tormentosa relación, decidieron separarse de común acuerdo. Se sabe poco de los años finales de Anne Marie, pero continuó llevando una intensa vida social. Murió en París, en 1836 con setenta y ocho años.

Madame Lavoisier, nacida Anne Marie Paulze y más tarde madame Lavoisier-Rumford, hoy mayormente olvidada, fue digna hija del Siglo de las Luces. Víctima y sobreviviente del violento fin de esta época, pionera de la química, su vida fue un ejemplo de fortaleza, entereza e inteligencia. Una vida para recordar en esta revista.

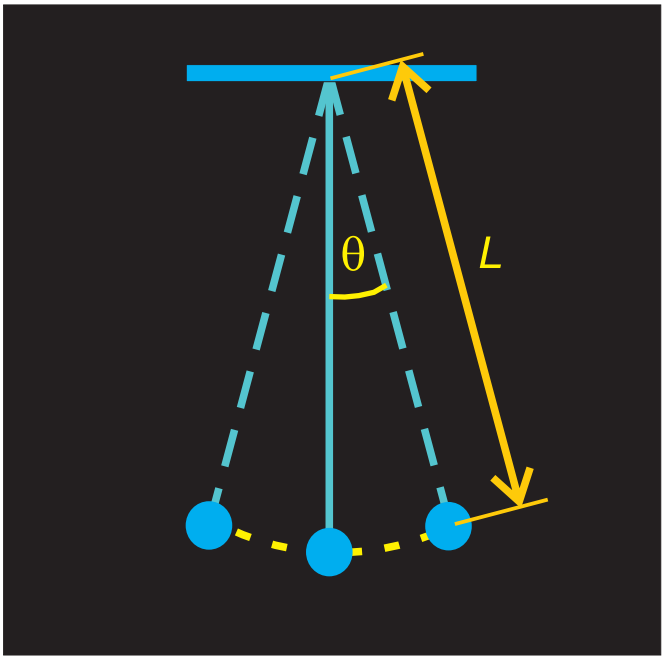
Agradecemos al Dr. Javier Luzuriaga, docente del Instituto Balseiro, esta colaboración para **IDEítas**.

Estudiamos el movimiento de un péndulo

Con los experimentos se puede obtener el valor de *g*.

Nos resultan familiares esos movimientos que presentan oscilaciones: el vaivén de un cartel impulsado por alguna ráfaga de viento, las hamacas de la plaza, el péndulo de un reloj antiguo.

Este tipo de movimientos presenta regularidades que han llamado la atención desde hace mucho tiempo, sobre todo a los científicos. Podemos recordar a un observador muy famoso que en una situación cotidiana advirtió esas regularidades. Se trata de Galileo Galilei, que se dio cuenta de algo bastante curioso: el período de oscilación de un candelabro colgante de la catedral de Pisa era siempre el mismo sin importar la amplitud del moderado balanceo. Este fenómeno se conoce como la isocronía del péndulo y nos conduce a un primer experimento a realizar.



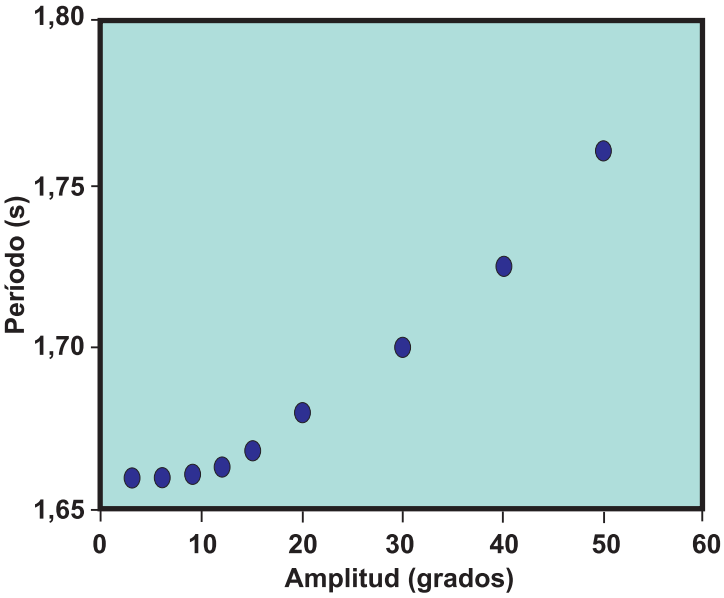
Isocro... ¿qué?

Construyamos un péndulo con alguna plomada o bolita atada a un extremo de un hilo largo. El otro extremo del hilo puede ser fijado a una varilla, de manera tal que, cuando dejemos oscilar el péndulo, este no choque ni roce contra ningún objeto.

Para empezar, apartemos el péndulo de la posición vertical, y con un transportador (con el cero en el punto de suspensión) vamos a medir el ángulo que forma el hilo con la vertical. Luego, liberamos el péndulo para que oscile.

Con un cronómetro vamos a medir el período del péndulo. Si tienen un teléfono celular, fíjense si tiene cronómetro para usarlo. Para medir el período no conviene medir sólo durante una ida y vuelta porque estamos midiendo intervalos de tiempo de alrededor de un segundo, y activar y desactivar el cronómetro demora unas décimas de segundo (¡hagan la prueba!).

En cambio, resulta adecuado medir el tiempo de varias oscilaciones y luego hacer un promedio. En nuestro caso, dejamos que se completen diez oscilaciones y el período es la décima parte de lo cronometrado. Los datos que se obtienen vinculan el período en relación con el ángulo inicial. En el gráfico de abajo están los resultados. ¡Epa! ¿Dónde está la isocronía? Lo que ocurre es que el período depende de la amplitud de la oscilación. Sólo cuando la amplitud es pequeña, el período del péndulo es independiente de la amplitud. ¿Habría sabido esto Galileo?



¿Y si variamos el largo del péndulo?

A diferencia de lo que ocurre con las oscilaciones de pequeña amplitud, si variamos el largo de nuestro péndulo, el período variará en forma medible. Si mantenemos ángulos pequeños, a lo sumo 15º, se cumplirá la siguiente ley

$$T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g} \qquad [1]$$

en la que T es el período del péndulo, L su longitud y g la aceleración de la gravedad. Al alargar la longitud el período será mayor, lo que se puede corroborar de manera muy sencilla. Si sostenemos con la mano un péndulo corto, vemos que oscila más rápido que otro al cual le dejamos el hilo largo.

Para llegar a verificar la proporcionalidad entre el cuadrado del período y la longitud del péndulo, vamos variando la longitud y dejamos oscilar el péndulo. En cada caso, medimos el período correspondiente realizando los promedios aconsejados.

Se puede ver la relación de proporcionalidad entre T^2 y L. Además, la pendiente m de la recta que conseguimos puede brindarnos un dato de bastante utilidad.

Medición de *g*

Según la expresión [1], la pendiente m de la recta representa el valor $4\pi^2/g$. El valor experimental de la pendiente es:

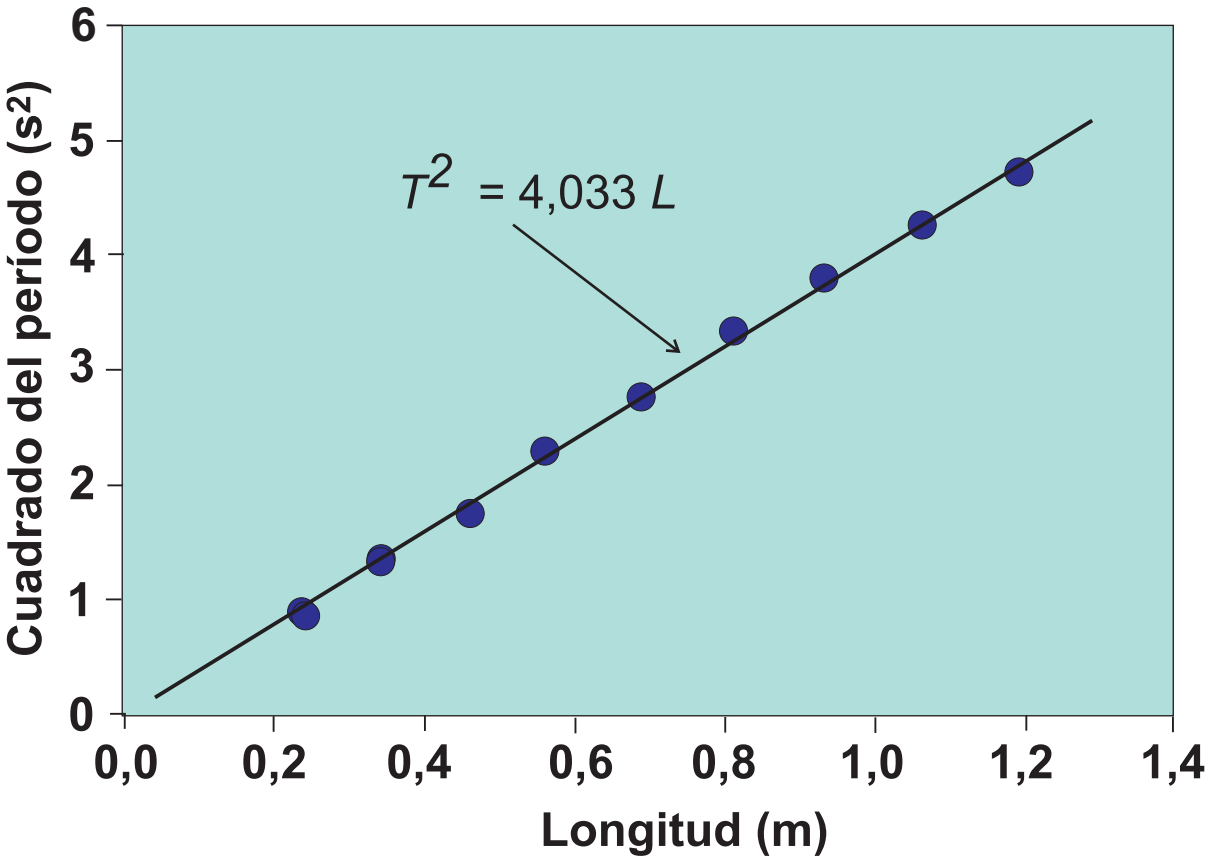
$$m = 4{,}0332 \text{ s}^2/\text{m}$$

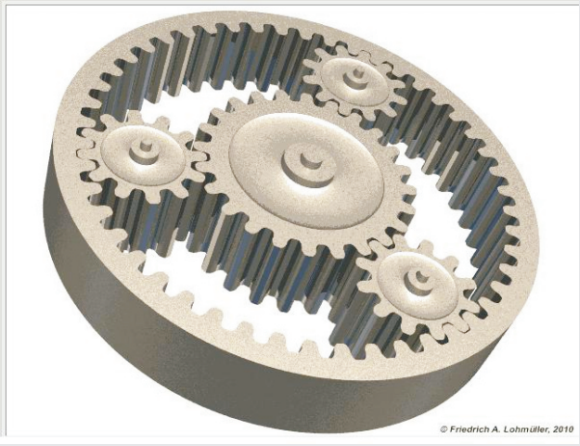
Con este dato podemos obtener g:

$$g = 9{,}78 \text{ m/s}^2$$

lo cual se aproxima bastante al valor conocido.

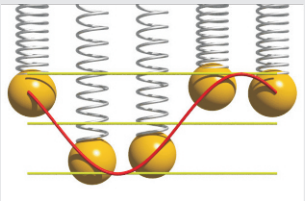
Un experimento como el que vimos tiene su larga historia, es sencillo y resulta confiable a la hora de aplicarlo para conocer el valor de g de un lugar.





Animaciones 3D
http://www.f-lohmueller.de/index.htm

Un sitio con una gran variedad de animaciones 3D de temas de física, geometría, tecnología, fisiología y botánica, entre otros.



Red Robótica Latinoamericana
http://redrobotica.org

Un espacio de divulgación e intercambio de conocimiento en la web en el que los amantes de la tecnología se reúnen para aprender y compartir en torno a la robótica educativa y sus desarrollos en países de Latinoamérica y el Caribe.

Red Robótica Latinoamericana

Shodor Foundation

MATEMÁTICA INTERACTIVA

Matemática Interactiva
http://www.eduteka.org/MI/

Actividades, discusiones y lecciones relacionadas con el mundo matemático, agrupadas en las categorías conceptuales de: números y operaciones, geometría y medición, funciones y álgebra, y estadística y probabilidad.

EL UNIVERSO HOY

El Universo Hoy
http://www.eluniversohoy.com

Novedades de la astronomía, datos de los planetas y fotografías.

Revista de distribución gratuita

Interferencias

El programa de ciencia y tecnología de FM 91.7 “La Uni”,
la radio de la Universidad Nacional de General Sarmiento.
Todos los jueves de 18 a 20.
Entrevistas, columnas, noticias, música y un concurso semanal.
Conducción: Marcela Bello y Eduardo Rodríguez

Facebook: Interferencias en La Uni
twitter: @interferenciasU
Blog: interferenciasenlauni.blogspot.com.ar

Todos los números de **IDEítas** están en:
http://www.ungs.edu.ar/ideitas

Revista **IDEítas**
Algunos derechos reservados.

Esta obra está liberada bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Derivadas Igual 2.5 Argentina, 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.