ISSN: En trámite

UNIVERSIDAD ANÁHUAC
VINCE IN BONO MALUM
MÉXICO NORTE

REVISTA

+CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 1, No. 2, mayo 2013

Los proyectos de diseño por computadora
integrando ingeniería

¿Por qué tenemos que cristalizar las proteínas para conocer su estructura 3D?
La ciencia en las fronteras

EL ÓLEO
DE LA NECESIDAD AL INVENTO

Celda solar que produce energía, incluso de noche
Estilo tecnológico

MÁQUINA UNIVERSAL DIGITAL HOTT
¡Maquinízate!

Bloodhound SSC, el automóvil supersónico

+CIENCIA

Revista de la Facultad de Ingeniería

Año 2013 • Número 2

UNIVERSIDAD ANÁHUAC

Rector
P. Jesús Quirce Andrés, L.C.

Vicerrector Académico
Mtro. Jaime Durán Lomelí

Director de la Facultad de Ingeniería
Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández

Directora de Comunicación Institucional
Dra. Mariela Ezpeleta Maicas

Coordinadora de Publicaciones Académicas
Mtra. Alma E. Cázares Ruiz

+CIENCIA. REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Directora editorial
Dra. María Elena Sánchez Vergara

Coordinación editorial
Diego Salas Real, Juan Pablo Cárdenas Díaz y Braulio Centeno Contreras

Comité Editorial

Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández
Director de la Facultad de Ingeniería

Dra. María Elena Sánchez Vergara
Profesora Investigadora

Diego Salas Real
Alumno de Ingeniería Mecatrónica

Juan Pablo Cárdenas Díaz
Alumno de Ingeniería Mecatrónica

Braulio Centeno Contreras
Alumno de Ingeniería Mecatrónica

Eric Rafael Perusquía Hernández
Alumno de Ingeniería Mecatrónica

María José Brunet Navarrete
Alumna de Ingeniería Industrial

Iván Chávez Ruiz
Alumno de Ingeniería Mecatrónica

Juan Francisco Enciso Buendía
Alumno de Ingeniería Mecatrónica

Asesor Técnico
Dr. Jesús Heraclio del Río Martínez

Cuidado de la edición
Enrique César y Jerry Reider Burstin

Diseño
VLA.Laboratorio Visual

Fotografía e ilustración
Ismael Villafranco

Suscripciones
masciencia@anahuac.mx

+Ciencia.Revista de la Facultad de Ingeniería. Año 1, No. 2, mayo-agosto 2013, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, SC (conocida como Universidad Anáhuac México Norte), a través de la Facultad de Ingeniería. Av. Universidad Anáhuac 46, Col. Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, CP 52786. Tel. 5627 0210. Editor responsable: Ma. Elena Sánchez Vergara. Reservas de Derechos de Uso Exclusivo en trámite, ISSN: en trámite. Título de Licitud y Contenido: en trámite, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en los talleres de Offset Santiago, S. A. de C. V., Río San Joaquín 436, Col. Ampliación Granada, C.P. 11520, México, DF. Este número se terminó de imprimir en junio de 2013 con un tiraje de 500 ejemplares.

Cualquier información y/o artículo y/u opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

La Coordenada (0,0)

Es bueno mirar hacia adelante y pensar en el futuro. Pero también hay momentos en los que vale la pena detenerse y mirar hacia atrás para apreciar cuánto se ha avanzado. El análisis del pasado permite comprender el presente y mejorar el futuro, así como reconocer el mérito que tiene el camino avanzado. Es por ello que en *+Ciencia* revisamos temas científicos y tecnológicos desarrollados a lo largo de vastos estudios que han llevado a la humanidad a logros muy importantes.

En este número presentamos temas de gran interés: la segunda parte del artículo sobre el desempeño del automóvil supersónico, de nuestro profesor Jerry Reider; la colaboración de Miguel González de León acerca de las llantas, la dirección y la omnidirección que devela algunas cosas extras sobre ese objeto cotidiano; mientras que Gerardo Silva González-Pacheco escribe acerca de la Máquina Universal DIGITAL H011.

Emilio Carbia, egresado de Ingeniería Mecatrónica, nos comparte su experiencia profesional y los valores que nuestra Universidad le inculcó para triunfar; con un interesante artículo sobre el desarrollo del óleo, León J. Gorodzinsky, egresado de la Facultad de Arquitectura, se introduce en el desarrollo tecnológico para ahondar en la relación entre el arte y la ingeniería de los materiales; el funcionamiento del Autodesk Maya 3D es explorado por Rodrigo Maya; con el objetivo de hacer conciencia sobre la importancia del agua, Felipe Aguirre nos comparte algunas opciones para potabilizarla; Diego Salas nos platica sobre unas innovadoras celdas solares capaces de almacenar energía en la noche.

Finalmente, invitamos a nuestros lectores a resolver el acertijo de este número, al que nombramos “Camino a la estación espacial”.

Profesionalismo, rigor y dedicación son los componentes de nuestro equipo editorial, piedra angular de la existencia próspera y el progreso de *+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería*. Deseamos que nuestra labor sea del agrado de las lectoras y los lectores a quienes llegamos dentro y fuera de nuestra facultad.

ÍNDICE

2 La Coordenada (0,0)

4 En contacto con la Facultad

6 Correspondencia Científica

8 Unos años después
Industria automotriz: apuesta por México
Emilio Carbia Ruelas

9 1 Idea = 1 Cambio
¿Quién dijo que no se podía tomar agua sucia?
Felipe Aguirre Cruz

10 ¡Hazlo tú mismo!
Pila eléctrica casera
Mónica Guevara Souza

11 ¡Ciencia a todo lo que da!
Estimación del desempeño del automóvil supersónico Bloodhound SSC (II)
Jerry N. Reider Burstin

22 Problema ConCiencia
Camino a la estación espacial
Eric Rafael Perusquía Hernández y Juan Pablo Cárdenas Díaz

24 La ciencia en las fronteras
¿Por qué tenemos que cristalizar las proteínas para conocer su estructura 3D?
Abel Moreno Cárcamo

32 Ciencia por alumnos
Sistemas de dirección, cinemática y control omnidireccional
Miguel González de León

34 Estilo tecnológico
Celda solar que produce energía, incluso de noche
Diego Salas Real

36 ¡Maquinízate!
Máquina Universal Digital H011
Gerardo Silva González-Pacheco

40 De la necesidad al invento
El óleo
León J. Gorodzinsky

44 Utilízalo
Autodesk Maya 3D
Rodrigo Maya Padilla

46 Integrando ingeniería
Los proyectos de diseño por computadora, herramientas útiles para el futuro ingeniero
Pablo Martínez Alanís

http://ingenieria.anahuac.mx/

Contáctanos en:
Facebook: +Ciencia
Twitter: @Mas_CienciaMx
masciencia@anahuac.mx



En contacto con la Facultad

¿Qué quisieras saber?

Esta sección busca responder dudas surgidas de temas relacionados con los artículos de la revista y también aquellas vinculadas a la ciencia y la tecnología. Envía tus preguntas al correo electrónico:

masciencia@anahuac.mx

¿Es posible fabricar materiales tan duros como el diamante?

Alan Sarquís Elías, estudiante de Ingeniería Industrial

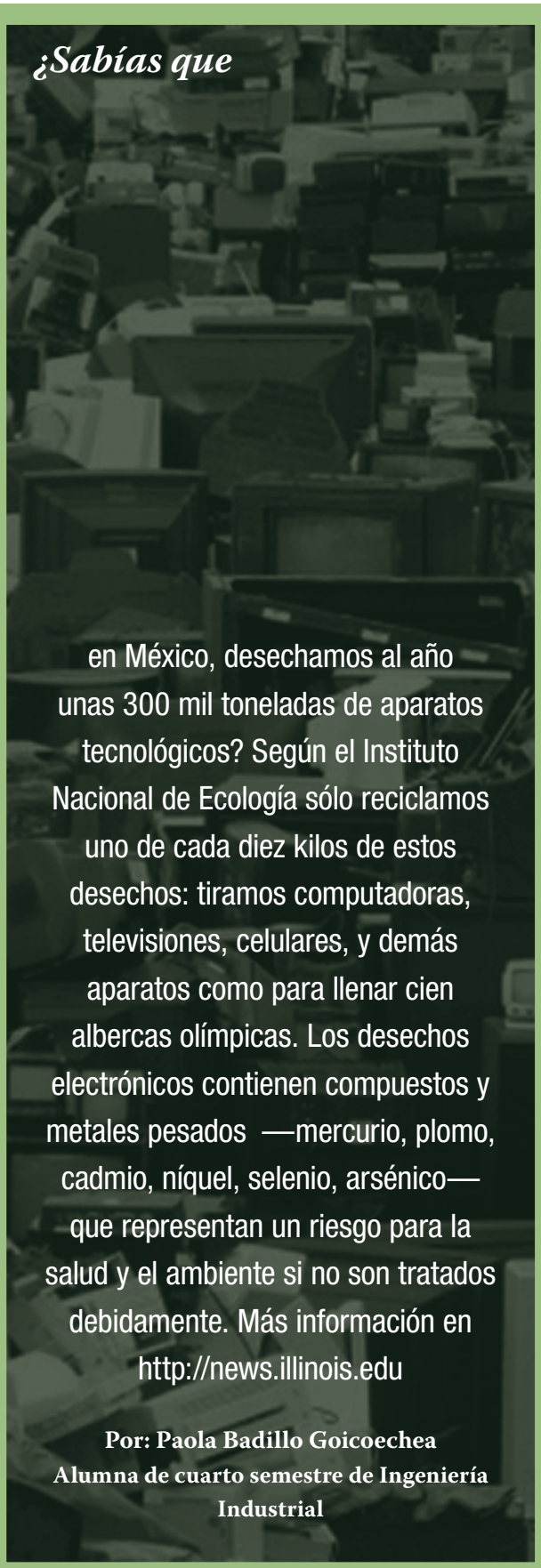
Respuesta del Comité Editorial:

Es posible, y no sólo la creación de diamantes sintéticos sino también la de materiales, como el oro, cuya dureza en estado puro es muy baja.

En fechas recientes, la compañía relojera Hublot se asoció con la Escuela Politécnica Federal de Lausana, Suiza, para desarrollar una aleación de oro más resistente: el resultado fue el *magic gold* (oro mágico), una mezcla de oro con carburo de boro cuya dureza es impresionante, similar a la de los aceros templados, pero que puede ser rayado por el diamante, el mineral con el valor más alto en escala de Mohs.

Por cierto, esta escala fue propuesta por el geólogo alemán Friedrich Mohs y se utiliza para evaluar la dureza bajo el principio de que una sustancia dura puede rayar a una más blanda, pero no al contrario.

¿Sabías que



en México, desechamos al año unas 300 mil toneladas de aparatos tecnológicos? Según el Instituto Nacional de Ecología sólo reciclamos uno de cada diez kilos de estos desechos: tiramos computadoras, televisiones, celulares, y demás aparatos como para llenar cien albercas olímpicas. Los desechos electrónicos contienen compuestos y metales pesados —mercurio, plomo, cadmio, níquel, selenio, arsénico— que representan un riesgo para la salud y el ambiente si no son tratados debidamente. Más información en http://news.illinois.edu

Por: Paola Badillo Goicoechea
Alumna de cuarto semestre de Ingeniería Industrial

¿Sabías que

Internet es la herramienta de mayor crecimiento en la historia de la humanidad con una cobertura de 50 millones de personas en sólo 4 años? La misma cantidad de audiencia le tomó 38 años a la radio y 13 a la televisión. Más información: http://www.reliableplant.com

Por: María Cázares Rodríguez
Alumna de sexto semestre de Ingeniería Civil

Correspondencia Científica

Reconocimientos:
El comité editorial de *+Ciencia* felicita a las alumnas y los alumnos que obtuvieron el reconocimiento a la Excelencia Académica durante el semestre agosto-diciembre 2012. ¡Muchas felicidades! Son un gran ejemplo para la Facultad de Ingeniería.

Ingeniería Civil

David Daniel Barranco Aguilar
Carlos de la Mora Alonso
Elías De los Santos Díaz
Jacobo Duek Dayan
Fernando Antonio Escobar Serra
Alejandro Fajardo Beltrán
Fernando Fariñas Pino
Alfredo Ontiveros Vázquez
Karla Beatriz Pagaza Dávila
Catalina Pérez de Salazar Martínez del Río

Ingeniería Industrial

Andrea Acedo Trueba
Íñigo Aranzabal Martín
Luis Miguel Arrubarrena López
José Manuel Aspe Valencia
Vicente Correa Sainz
Tanya de Andrés Durán
Mariana Del Bosque Flores
Paloma Díaz Infante Meade
María Fernanda García Roa
Pedro Guerrero Hernández
Francisco Gutiérrez Albitos
Rodrigo Leo Paniagua
Karla Yvonne O'Neill González
José Manuel Sampedro Martin
Luis Andrés Valle Velasco
Triana María Zapata Arau

Ingeniería Química

Rubén Enrique Álvarez Maldonado
María Jimena Domínguez Pallach
Blanca Paulina García Torres
Roberto Osante Kretchmar

Ingeniería Mecatrónica

Ilan Fleitman Levín
Pablo Martínez Alanís
Ariana Itzel Menchaca González
Claudia Verónica Orozco Mendoza
Miguel Eugenio Turanzas Forseck

Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de Información

Alejandro Bautista Ramos
Eduardo Santiago Hernández Alcalá
Taly Kisel Chernitzky
José Carlos Ruiz Serrador
Daniel Sánchez Abardía

Ingeniería en Tecnologías de Información y Telecomunicaciones

Daniel Cruz Hernández
Mark Ilgovsky Karake
Geraldine Villers Barriga

Ingeniería Biomédica

Lilian Karina Gutiérrez Espinosa de los Monteros

Recibe la Anáhuac Premio ONNCCE a la Normalización 2012

El premio reconoce la participación cotidiana de la Facultad de Ingeniería en las actividades de normalización, y también enfatiza los logros obtenidos por la difusión, generación, utilización o consolidación de Normas Mexicanas (NMX) emitidas por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE).



La maestra Gloria Oseguera Laurent, coordinadora del área de Comunicación de la Facultad de Ingeniería y el maestro Francisco Islas, coordinador de Ingeniería Industrial, reciben el Premio ONNCCE a la Normalización 2012, en la primera edición del concurso.

VI Mini Rally de Vehículos Eléctricos Charles Jeanteau

Durante febrero, el área de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería llevó a cabo la tradicional competencia de vehículos eléctricos para estudiantes de preparatoria. En esta competencia, cada equipo, conformado por tres alumnos, diseña y construye un vehículo todo terreno con motor eléctrico que ha de avanzar a lo largo de una pista irregular en el menor tiempo posible. Los ganadores reciben una beca para estudiar la licenciatura en la Universidad Anáhuac.









Industria automotriz: apuesta por México

Emilio Carbia Ruelas
Ingeniería Mecatrónica - Generación 09



En los últimos dos años, las grandes armadoras automotrices giraron la vista hacia México, un país estratégico para la producción y exportación de automóviles. Mazda construyó una planta ensambladora en Guanajuato, General Motors, una de fundición de motores en su complejo de Lerma, Nissan añadirá una planta de ensamble en su complejo de Aguascalientes y Audi construirá una armadora en Puebla. Ante esto, quienes nos hemos involucrado en la industria automotriz estamos levantado nuestras expectativas y teniendo, después de la fuerte crisis de 2008-2009, una gran carga de trabajo.

Trabajo en Grupo Bocar como auditor técnico de sus diez plantas distribuidas en México. Tengo ciertas máquinas bajo mi cargo y entre mis responsabilidades están generar documentación y procedimientos de mantenimiento, auditar su estado para corroborar que se cumplan los servicios preventivos y capacitar personal para su función y mantenimiento. Además, funjo de contacto con proveedores de estas máquinas, es decir, me encargo de las implementaciones y pruebas de otros equipos o consumibles relacionados con ellas, de detectar y realizar nuevos proyectos con potencial de mejora y ahorro, así como de la definición de características para la compra de máquinas nuevas.

Gracias a la Universidad Anáhuac formo parte de una de las fundidoras de autopartes para motores e interiores más grandes e importantes a nivel internacional. Mi formación como estudiante ha influido en gran medida en el desarrollo de mis funciones. El liderazgo y los valores que me fueron inculcados me permiten comunicarme de mejor forma, en mi tarea diaria, con los diferentes niveles de la compañía, desde los más básicos hasta los directivos. La formación específica de la Facultad de Ingeniería también ha sido de vital importancia para enfrentarme, cada día, a nuevos retos: utilizo el pensamiento analítico y el razonamiento científico para solucionar problemas, así como para entender los procesos de capacitación para operar las máquinas que ofrecen los proveedores y, a partir de ello, replicar la información y generar documentos que indiquen lo mejor posible el funcionamiento de las máquinas a través de diagramas eléctricos e hidráulicos y cómo deben recibir mantenimiento.

El conjunto de habilidades aprendidas durante la licenciatura me han llevado a realizar un buen trabajo y a tener oportunidades especiales como la de viajar a Alemania a una de las convenciones de fundición más importantes y la de recibir capacitación directa en las instalaciones de los proveedores.

Este año trae grandes retos para quienes se interesan en trabajar en la industria automotriz, pero también, con la confianza depositada en México, muchas fuentes de trabajo para los próximos años que podrán ser aprovechadas por jóvenes ingenieros de gran formación como los de mi Universidad. En lo personal, además, agrego a este escenario, un gran proyecto en puerta.

¿Quién dijo que no se podía tomar agua sucia?

Felipe Aguirre Cruz
Alumno de sexto semestre de Ingeniería Civil

El acceso inmediato al agua potable es un lujo al que estamos tan acostumbrados que apenas valoramos su importancia. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 1 200 millones de personas carecen de un suministro adecuado, mientras que la calidad del agua consumida se relaciona con, al menos, 80% de las enfermedades.

Debido a esto, se han creado filtros potabilizadores portátiles que permiten obtener agua apta para el consumo de una manera rápida y sencilla, ya sea que sirva para realizar excursionismo o, mejor aún, para facilitar la limpieza de agua en poblaciones que sufren de desabasto del líquido. Fáciles de transportar, permiten el consumo prácticamente inmediato de agua, ya potabilizada e insabora.

Aunque son eficientes en la eliminación de impurezas y bacterias, solo algunos eliminan virus, por lo que unos resultan más adecuados que otros en función del país y la clase de agua a la que se acceda.

Uno de los potabilizadores portátiles de mayor éxito es el LifeStraw, un pequeño tubo que permite beber directamente del lugar donde se encuentra el agua, tal como si fuera un popote. Sus filtros de yodo eliminan virus y bacterias, así como 99.9% de los parásitos que se transmiten por el agua. En los países más necesitados ya se han distribuido más de 250 000 unidades. En algunos países, como en el caso de África, su precio es simbólico y está subvencionado por la ONU.



http://www.flickr.com/photos/nieuwslicht/103384442/

Otro ejemplo es el LifeSaver Bottle, una botella dotada de un émbolo que se introduce en el agua que se desea potabilizar y que es limpiada a través de filtros de porosidad extremadamente pequeña, de unos 15 nanómetros, que no permiten el paso de virus, generalmente entre los 20 y 300 nanómetros.

Finalmente, el filtro potabilizador SteriPen, con forma de marcador, dice destruir bacterias y virus. Para ello se vale de luz ultravioleta, método de desinfección habitual en laboratorios y cadenas de envasado de alimentos, producida por medio de cuatro pilas contenidas en su interior.

Referencia:

www.repsol.com/es_es/energia-casa/conciencia-sostenible/reportajes/potabilizadores_portatiles.aspx [consulta: enero, 2013]

¡Hazlo tú mismo!

Pila eléctrica casera

Mónica Guevara Souza
Alumna de cuarto semestre de Ingeniería Industrial

Que no se diga que a los ingenieros no nos gusta construir equipos, máquinas o dispositivos. Pon a prueba tus habilidades con esta pila hecha con materiales caseros. ¡Anímate a realizar este experimento, mándanos tu fotografía a masciencia@anahuac.mx y te ganarás un llavero multifuncional!

materiales

- recipiente de vidrio
- botella de vinagre
- cobre (puede ser un pedazo de tubería)
- sacapuntas de metal
- cables
- LED
- cable de conexión



pasos

Debemos lavar el recipiente de vidrio y secarlo con toallas de papel, verificando que no tenga impurezas. Ahí vaciamos vinagre hasta llenar tres cuartas partes.

Para crear los electrodos, nuestros conductores eléctricos, cortamos dos cables de 40 cm y les quitamos 10 cm de aislante; uno lo fijamos a la pieza de cobre y el otro, al sacapuntas.

Por último, sumergimos los electrodos en el vinagre y conectamos los cables.

Poco a poco, la lámina de acero comenzará a recubrirse con una capa de cobre. Su funcionamiento es simple y está basado en un proceso reversible químicamente llamado óxido-reducción, donde un componente se oxida perdiendo electrones mientras otro componente se reduce ganando electrones.

El vinagre produce un flujo libre de electrones que permite que viajen a los cables y suministren energía.

Referencia:

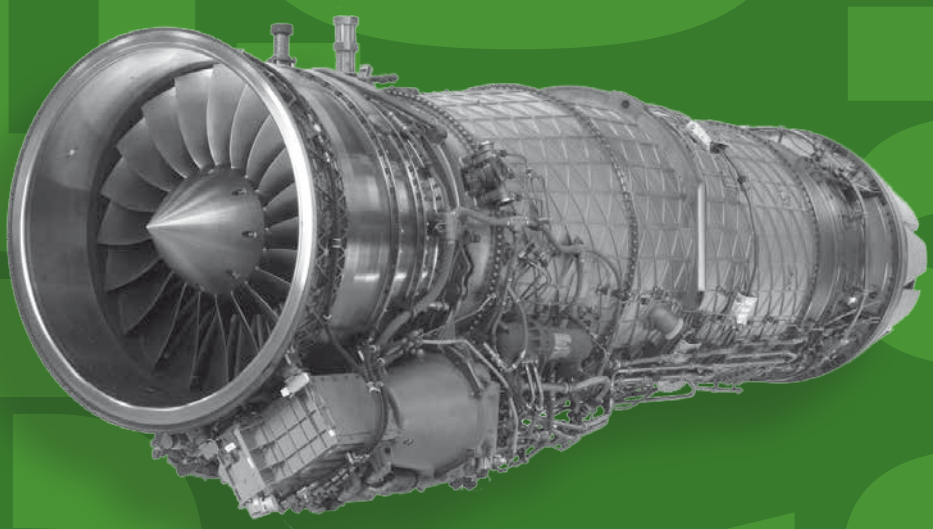
"Cosas útiles para hacer uno mismo"
www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/14466666/Cosas-Utiles-Para-Hacer-Uno-Mismo-2_.html

El editor y el autor se han esforzado en garantizar la seguridad del experimento y actividades presentadas en esta sección cuando se realiza en forma indicada, pero no asumen responsabilidad alguna por daños causados o provocados al llevar a cabo cualquier experimento de esta publicación.

Estimación del desempeño del automóvil supersónico Bloodhound SSC

Segunda y última parte

M. en C. Jerry N. Reider Burstin
Facultad de Ingeniería



"El científico no es el que da las respuestas correctas, sino quien plantea las preguntas correctas."

Claude Lévi-Strauss (1908-2009), antropólogo francés

Resumen

Con el fin de estimar la posibilidad de que el automóvil supersónico Bloodhound ssc logre alcanzar la marca de velocidad a 1 000 millas por hora sobre el suelo, se analizan las especificaciones relativas a la turbina de gas, el cohete híbrido considerado y el vehículo mismo, así como los datos aerodinámicos y los factores ambientales, tal como fueron publicados por el grupo a cargo del desarrollo de este proyecto. Mediante un procesamiento matemático y termodinámico se llega a una ecuación algebraica de orden superior, misma que se resuelve en términos de un determinado conjunto de condiciones para lograr una estimación realista en cuanto a las posibilidades de este proyecto. En esta entrega se abordan los temas introductorios, presentando el proyecto y discutiendo su visión, alcances y justificación, para posteriormente detallar en qué consiste un procedimiento típico de prueba.

Palabras clave: marca de velocidad sobre suelo; supersónico; desarrollo automotriz

Condiciones ambientales

Al nivel del mar y con una temperatura ambiente de 15° Celsius, el valor de referencia para la presión atmosférica es p_0 = 101 325 pascal.

Esta presión decrece en función de la altitud conforme a la siguiente relación:

$$p = p_0\left(1 - 2.252615\times10^{-5}\ z\right)^{5.263159} \quad (3)$$

Siendo z la altitud en metros. Se define x como un parámetro dependiente de la altitud:

$$x = \left(1 - 2.252615\times10^{-5}\ z\right)^{5.263159} \quad (4)$$

Así, la ecuación (3) puede expresarse en una forma más sencilla:

$$p = p_0 x \quad (5)$$

Tomando la relación entre la presión atmosférica y la densidad del aire:

$$\rho = \frac{p}{R_{AIR}\times T} \quad (6)$$

ρ Densidad del aire, en kilogramos por metro cúbico
p Presión atmosférica, en pascal, según se especifica en las ecuaciones (3, 5)
T Temperatura termodinámica, en kelvin
R_{AIR} Constante termodinámica para el aire, igual a 287.057329, en joule por kilogramo-kelvin.

De (5) y (6), y sustituir las cantidades numéricas, la densidad del aire queda:

$$\rho = \frac{p_0 \times x}{R_{AIR} \times T} = \frac{101325\,x}{287.057329\,T} = 352.978272\,\frac{x}{T}\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (7)$$

Resulta la expresión para la fuerza de arrastre opuesta contra el avance del Bloodhound SSC:

$$F_d = \frac{1}{2} \times \frac{p_0}{R_{AIR}} \times \frac{x}{T} \times a\,u^b \times u^2 = \mathrm{K}\,\frac{x}{T}\,u^{b+2} \quad (8)$$

Para simplificar aún más, se define el coeficiente K en la ecuación (8) como:

$$\mathrm{K} = \frac{1}{2} \times \frac{p_0}{R_{AIR}} \times a = \frac{1}{2} \times \frac{101{,}325}{287.057329} \times 0.39867 = 70.360918 \quad (9)$$

La forma final para la expresión de la fuerza de arrastre, misma que se ilustra en la figura 11, es:

$$F_d = 70.360918\,\frac{x}{T}\,u^{2.19555} \quad (10)$$

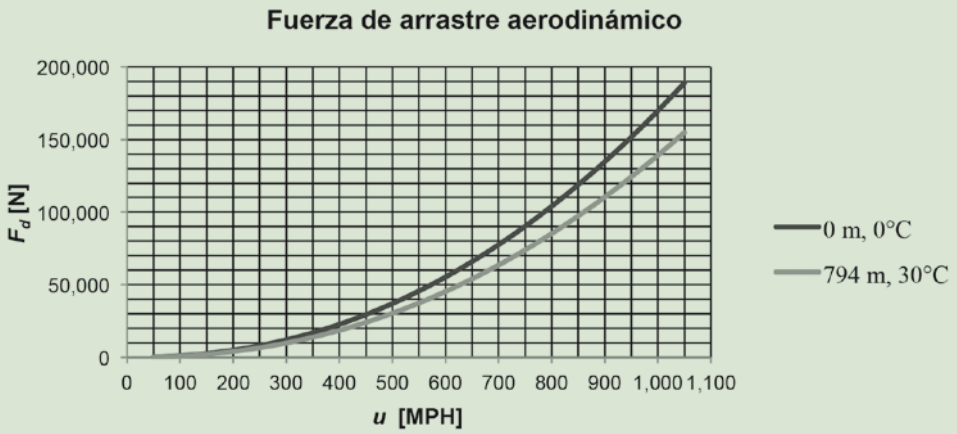


Figura 11. Fuerza de arrastre aerodinámico en función de la velocidad.

A 1000 MPH, en aire frío al nivel del mar, la fuerza de arrastre equivale casi a 17 toneladas (170 000 newton). La potencia es el producto de la fuerza por la velocidad. Por consiguiente:

$$P_d = F_d\,u = 170\,000 \times 447 = 7.5997 \times 10^7 \text{ W} \quad (11)$$

Es decir, casi 76 megawatts o, bien, 101 913 caballos de fuerza para vencer el enorme arrastre. Tal potencia sólo puede lograrse a cambio de un enorme gasto de combustible de aviación y de propelentes para cohete en un lapso muy breve de tiempo. La velocidad tiene su costo.



Bloodhound SSC

© IFM Photographic



Bloodhound SSC
© FurLined

Empuje total disponible

Aun cuando la fuerza de empuje suministrada por el cohete exhibe variaciones, resulta razonable suponer dicha magnitud como constante a 111 kilonewton por no depender del ambiente.

La turbina Eurojet EJ200 sí admite aire, de modo que la altitud y la temperatura afectan su rendimiento. A continuación se dimensiona la contribución de esta turbina, considerando la operación con el postquemador activado (*reheat*) cuando se corre a velocidad máxima.

El empuje estático de referencia –a velocidad cero– se define como:

$$F_{S0} = \dot{m}_{T0} \times u_e \quad (12)$$

Donde $\dot{m}_{T0} = 76\ {}^{\mathrm{kg}}\!/_{\mathrm{s}}$ es el valor de referencia para el flujo másico y u_e es la velocidad de los gases de escape.

Tomando como cifra de referencia para el empuje estático el valor de 90 mil newton, con postquemador (*reheat*), se encuentra la velocidad del flujo de gases en el escape:

$$u_e = \frac{F_{S0}}{\dot{m}_{T0}} = \frac{90{,}000}{76} = 1{,}184.21\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 4{,}263.2\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 2{,}649.0\ \mathrm{MPH} \quad (13)$$

Este flujo de escape casi alcanza el régimen hipersónico. Al avanzar la turbina Eurojet EJ200 junto con el vehículo, a medida que éste acelera hacia el frente y adquiere velocidad, se tiene un empuje neto resultante de aplicar una suma algebraica de vectores colineales:

$$F_{N0} = \dot{m}_{T0}\left(u_e - u\right) = \dot{m}_{T0}\,u_e - \dot{m}_{T0}\,u = F_{S0} - \dot{m}_{T0}\,u \quad (14)$$

La expresión anterior vale para las condiciones de nivel del mar y temperatura de 15° Celsius, para las cuales la presión del aire mantiene el valor de referencia y una densidad igual a:

$$\rho_0 = \frac{p_0}{R_{AIR} \times T_0} = \frac{101{,}325}{287.057329 \times 288.15} = 1.224981 \cong 1.225\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \quad (15)$$

Los requerimientos estrictos en cuanto al sitio apropiado para las corridas de prueba requirió una búsqueda mundial. Se decidió a favor del área desértica plana y regular de la localidad de Hakskeen Pan, en el noroeste de Sudáfrica, con una altitud de 794 metros sobre el nivel del mar y una temperatura que va de los 30° Celsius al mediodía, al punto de congelación por las noches.

Debido a estas condiciones ambientales, se evaluó nuevamente el desempeño de la turbina Eurojet EJ200, considerando el flujo volumétrico a potencia plena, independiente de la densidad del aire y la temperatura ambiente.

$$Q_T = \frac{\dot{m}_{T0}}{\rho_0} = \frac{76}{1.225} = 62.04\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}} \quad (16)$$

La excepcional razón de empuje a peso, típica de estas máquinas, está en el desplazamiento de grandes volúmenes de aire con rapidez extrema. Específicamente, la turbina Eurojet EJ200 puede evacuar todo el volumen de aire contenido en una habitación mediana ($4 \times 4 \times 2.4$ m = 38.4 m^3) en tan solo .62 segundos.

Por tanto, para condiciones ambientales distintas al estándar, el nuevo flujo másico queda:

$$\dot{m}_T = \rho \times Q_T = \frac{\rho}{\rho_0} \times \dot{m}_{T0} \quad (17)$$

En lo tocante a la razón de densidades de aire y considerando la ecuación (5):

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{\frac{p}{R_{AIR} \times T}}{\frac{p_0}{R_{AIR} \times T_0}} = \frac{T_0}{T} \times \frac{p}{p_0} = \frac{T_0}{T} x \quad (18)$$

Quedando el nuevo flujo másico como una función de la altitud y la temperatura:

$$\dot{m}_T = \frac{T_0}{T} x \dot{m}_{T0} \quad (19)$$

Por lo anterior, los empujes estático y neto quedan, respectivamente:

$$F_S = \frac{T_0}{T} x F_{S0} \quad (20)$$

$$F_N = \dot{m}_T (u_e - u) = \frac{T_0}{T} x \dot{m}_{T0} (u_e - u) = \frac{T_0}{T} x \dot{m}_{T0} u_e - \frac{T_0}{T} x \dot{m}_{T0} u = \frac{T_0}{T} x F_{S0} - \frac{T_0}{T} x \dot{m}_{T0} u \quad (21)$$

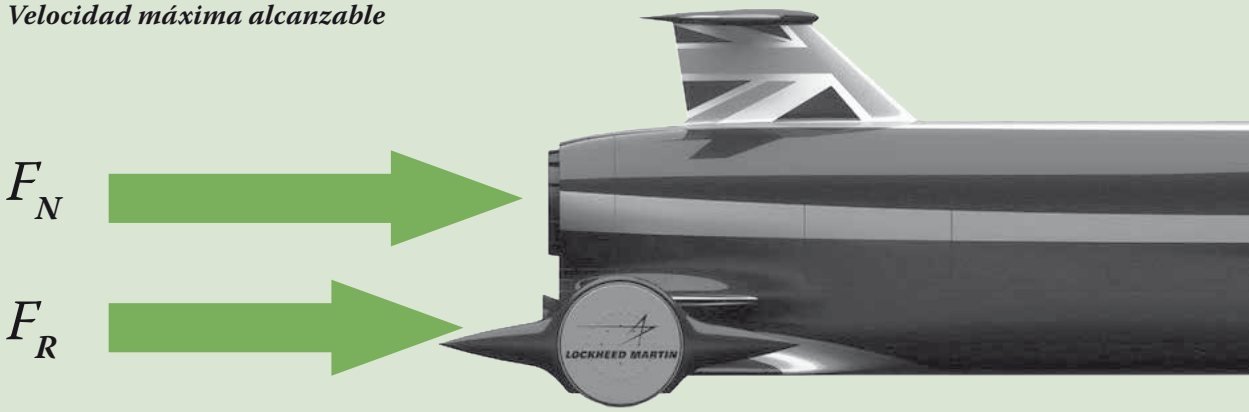
Con la sustitución de los coeficientes numéricos se encuentra la expresión numérica concerniente al empuje neto suministrado por la turbina Eurojet EJ200 para cualquier condición ambiental:

$$F_N = \frac{288.15}{T} x \times 90{,}000 - \frac{288.15}{T} x \times 76 \times u = 2.59335 \times 10^7 \frac{x}{T} - 2.18994 \times 10^4 \frac{x}{T} u \quad (22)$$

Finalmente, se añade la contribución del cohete para encontrar el empuje total disponible:

$$F_T = 2.59335 \times 10^7 \frac{x}{T} - 2.18994 \times 10^4 \frac{x}{T} u + 111 \times 10^3 \quad (23)$$

Velocidad máxima alcanzable



Se plantea nuevamente la pregunta original: ¿cómo podrá el Bloodhound SSC lograr tal cosa? Con base en toda la información desarrollada, la respuesta es verdaderamente sencilla:

> La velocidad máxima es aquella condición de equilibrio para la cual los componentes de empuje son balanceados en forma exacta por los componentes retardantes en oposición, en forma tal que el vehículo no podrá continuar acelerando.

Básicamente, tal como aparecen en la figura 12:

- F_N Empuje neto proporcionado por la turbina de gas.
- F_R Empuje promedio suministrado por el cohete híbrido, tomado como constante.
- F_d Fuerza de arrastre aerodinámico.
- F_{rr} Resistencia al rodamiento. Puesto que el Bloodhound SSC cuenta con ruedas de aluminio sólido operando sobre una superficie dura —no existen neumáticos de hule capaces de soportar tales condiciones—, la magnitud de este componente es notablemente inferior a la fuerza de arrastre y puede despreciarse.

Por consiguiente:

$$F_N + F_R = F_d \;\Rightarrow\; F_N + F_R - F_d = 0 \quad (24)$$

La suma del empuje neto por parte de la turbina y de la contribución del cohete fue agrupada en la expresión para el empuje total disponible dada en la ecuación (23). Entonces, con base en ésta y la ecuación (10), tras ordenar en términos de potencias descendientes para la velocidad u —la incógnita—, se obtiene una ecuación algebraica de orden superior:

$$-70.360918\frac{x}{T}u^{2.19555} - 2.18994\times10^{4}\frac{x}{T}u + 2.59335\times10^{7}\frac{x}{T} + 111\times10^{3} = 0 \quad (25)$$



Figura 12. Diagrama de las fuerzas actuando sobre el Bloodhound SSC.

Debe notarse que x y T son parámetros asociados a condiciones ambientales. Así, la ecuación (25) se expresa en términos de una sola incógnita u, dada en unidades de metros por segundo. Usando una calculadora científica avanzada (Hewlett Packard HP35s) y tomando diversos valores de altitud —ecuación (4) para determinar x—, así como de la temperatura T, se corren las rutinas correspondientes de solución para encontrar los valores de la velocidad u.

La tabla 3 enlista las velocidades resultantes, tanto para el nivel de mar como para los 794 metros de altitud, dentro del rango comprendido entre 0 y 40° Celsius de temperatura ambiente. La figura 13 despliega la gráfica correspondiente para facilitar la visualización.

z = 0 m x = 1.00000		**z = 794 m x = 0.90938**	
T [°C]	u [MPH]	T [°C]	u [MPH]
0	**1,000.8**	0	1,027.4
5	1,005.7	5	1,032.7
10	1,010.7	10	1,038.0
15	1,015.6	15	1,043.2
20	1,020.4	20	1,048.4
25	1,025.3	25	1,053.6
30	1,030.1	**30**	**1,058.8**
35	1,034.9	35	1,063.9
40	1,040.0	40	1,069.0

Tabla 3. Velocidades máximas resultantes en función de la altitud y la temperatura ambiente.

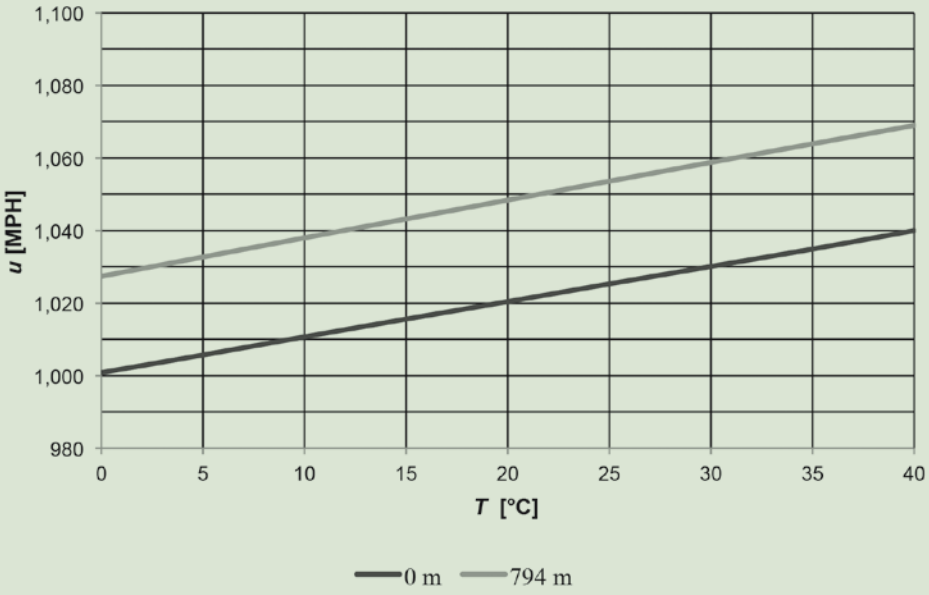


Figura 13. Velocidad teórica máxima para el *Bloodhoud* SSC

Conclusiones

Tanto de la gráfica (figura 13) como de la tabla 3 se deduce que, para el nivel del mar y un ambiente a 0° Celsius, la marca de las 1 000 millas/hora se logra con un margen muy escaso. A mayor altitud y temperatura el efecto benéfico de la densidad reducida en el aire acarrea una disminución en la fuerza de arrastre, opuesta contra el avance del vehículo, lo cual permite velocidades mayores. Como ejemplo, se tiene una cifra de 1058.8 millas/hora como resultado proyectado a 794 metros de altitud y 30° Celsius de temperatura ambiente.





Imaging by curventa

BLOODHOUND SSC modelled in NX

SIEMENS

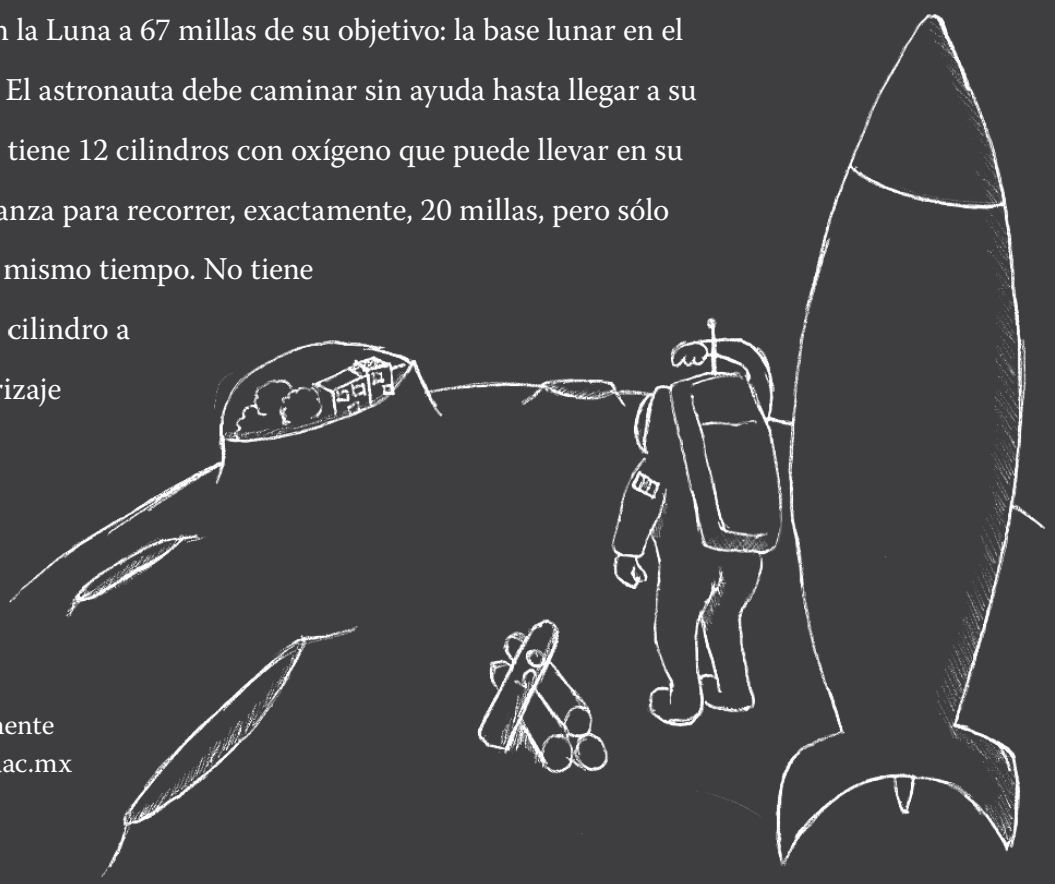
La comida enviada al espacio requiere del proceso de liofilización, donde los alimentos se congelan para que, sometidos a una reducción de presión cercana al vacío, su agua se sublime y escape gracias a la repetición continua de este proceso.

¿Te gustaría probar algo parecido? ¿Te imaginas siendo astronauta? ¡Entonces este problema es para ti! Además, si eres de las primeras tres personas en enviar tu respuesta ganarás un helado de astronauta (muy buenos, por cierto) ¡Anímate, calcula y contáctanos!

CAMINO A LA ESTACIÓN ESPACIAL

Eric Rafael Perusquía Hernández y Juan Pablo Cárdenas Díaz

Una nave aterrizó en la Luna a 67 millas de su objetivo: la base lunar en el cráter Armstrong. El astronauta debe caminar sin ayuda hasta llegar a su destino y para ello tiene 12 cilindros con oxígeno que puede llevar en su espalda. Cada cilindro le alcanza para recorrer, exactamente, 20 millas, pero sólo puede llevar dos cilindros al mismo tiempo. No tiene impedimentos para dejar un cilindro a una cierta distancia del aterrizaje y regresar por los otros. ¿Es posible para el astronauta llegar a la base lunar?



Explica tus cálculos detalladamente y envíalos a masciencia@anahuac.mx

Ganadores



Ganadores del acertijo El viento y el ciclismo

Por el lanzamiento del número uno de nuestra revista ofrecimos cinco premios a quienes respondieran correctamente nuestro acertijo: los ganadores recibieron un estuche de herramientas. ¡Muchas felicidades!



Víctor Alfonso Segura Arriaga, alumno de Ingeniería Mecatrónica, recibiendo el premio de manos de Eric Perusquía.



Christian Lechuga Mora, de MPSS Medicina, Investigadora ISPA, junto con Eric Perusquía y Diego Salas, miembros del comité editorial.



Benito Isaac Finkelberg Cohen, alumno de Ingeniería Industrial, con su nueva adquisición.



César Alberto Pacheco Godínez, estudiante de Ingeniería Mecatrónica, recibiendo el premio.



Diego Salas, miembro del comité editorial, entrega el estuche de herramientas al primer ganador: maestro Adrián González Alvarado.

Respuesta al acertijo:
Si el ciclista recorre con viento a favor 1 milla en tres minutos, entonces recorrer 1 ⅓ millas le toma cuatro minutos. Regresa, con viento en contra, en esos 4 minutos, por lo que podría recorrer 2 ⅓ millas en ocho minutos —con viento a favor la mitad del tiempo y con viento en contra la otra mitad—. Por lo tanto, el viento puede ser ignorado. Concluimos que sin viento recorrerá 2 ⅓ millas en ocho minutos o una milla en 3 ⅜ minutos.

¿Por qué tenemos que cristalizar las proteínas para conocer su estructura 3D?

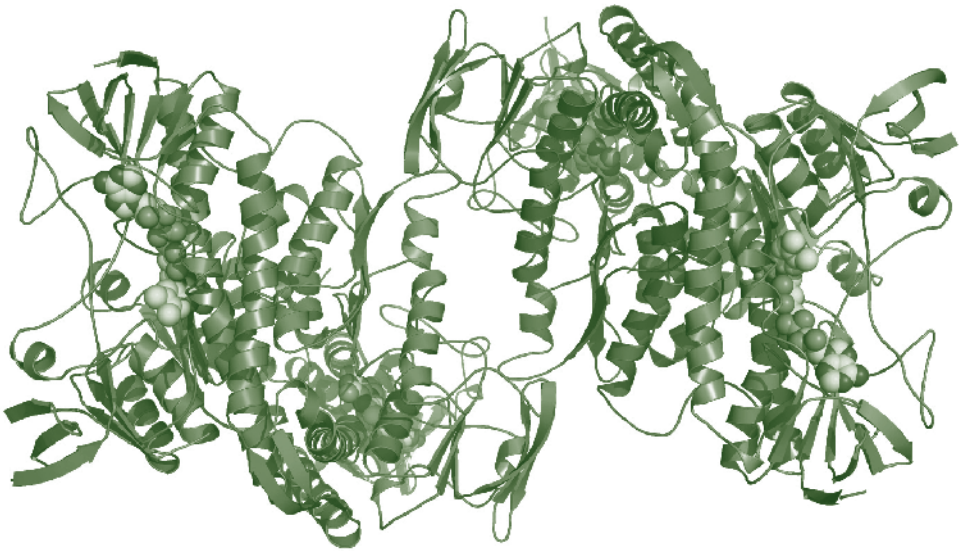
Abel Moreno Cárcamo
Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

El artículo se centra, de forma sencilla, en el conocimiento estructural de las proteínas, la importancia de cristalizarlas y las futuras aplicaciones de este proceso para diseñar fármacos dirigidos a atacar enfermedades o desarrollar nuevos materiales. Ante las enfermedades genéticas, el conocimiento estructural por vías clásicas se ve limitado y deben corregirse o inhibirse, más que las proteínas, los genes que las codifican. Por ello, abordaremos la importancia y alcances de la terapia génica ante las enfermedades raras.

Este artículo es un compendio del libro que publicará el autor durante 2013 y que incluirá en detalle, muchos de los aspectos que aquí se tratan.

Introducción



En nuestros días, el estudio de las macromoléculas biológicas se ha centrado en las proteínas, ya que éstas desarrollan una gran cantidad de funciones biológicas importantes para los seres vivos —el soporte y transporte de iones o electrones, los procesos catalíticos, etcétera—. Por otro lado, el advenimiento de la genómica introduce, naturalmente al estudio estructural de sus productos, a las proteínas, es decir, al resultado de la biosíntesis llevada a cabo en los ribosomas, una actividad sintética en la que participan el t-RNA —ácido ribonucleico de transferencia— con un tipo particular de enzimas denominadas aminoacil sintetasas, donde la interacción se lleva a cabo, de forma eficiente, en un proceso que consume ATP (tri-fosfato de adenosina).

Las proteínas, junto con los ácidos nucleicos (DNA/RNA) y los polisacáridos, constituyen un grupo de biomoléculas denominadas macromoléculas biológicas. Éstas, en forma de complejos macromoleculares, nos permiten entender el papel que juegan los virus, constituidos por una mezcla de proteínas e información genética (DNA/RNA) envuelta y protegida por una cápside proteica.

Así, las glicoproteínas son complejos macromoleculares con una gran cantidad de polisacáridos unidos a una proteína específica, que ocupan un papel determinante en muchas enfermedades, como la mucopolisacaridosis, y en diversas funciones biológicas específicas.

Del estudio de la estructura y función de las proteínas han surgido proyectos, públicos y privados, enfocados en la proteómica, área centrada en identificar y caracterizar en forma masiva muchas proteínas, así como la genómica busca las características de los genes.

Estos esfuerzos requieren de métodos y técnicas para dilucidar las estructuras tridimensionales, ya sea mediante la difracción de rayos-X, la resonancia magnética nuclear, el modelaje o, bien, las técnicas modernas de crio-microscopia electrónica de barrido o de transmisión, que no requieren cristales ni moléculas en solución. Éstas últimas son, quizá, las vías más directas para observar macromoléculas biológicas y complejos macromoleculares, e inclusive entidades celulares como el ribosoma.

Muchas de estas investigaciones son la base de proyectos multidisciplinarios que interrelacionan bioquímica, biofísica, microbiología, biología molecular, física e ingeniería para el establecimiento de nuevos equipos y estrategias instrumentales que permiten fortalecer las investigaciones.

Aspectos históricos y fundamentos científicos

En breve, podemos decir que los primeros datos sobre la cristalización de proteínas datan del siglo XIX, y que fue hasta la mitad del siglo XX cuando se consiguieron los primeros datos de difracción de rayos-X sobre cristales biomacromoleculares [1]; ésta línea de tiempo puede revisarse a profundidad en el estudio publicado por McPherson y Giegé [2].

Si elegimos los rayos-X para resolver el problema estructural de una proteína, es decir, para conocer la disposición tridimensional de sus átomos y moléculas, deberemos tener cristales de excelente calidad óptica y estructural.

El proceso de cristalización de una macromolécula biológica implica disminuir su solubilidad a una velocidad lenta pero constante y por un tiempo adecuado. En el caso de las macromoléculas biológicas, la solubilidad se define adicionalmente por las características del disolvente, normalmente agua o una

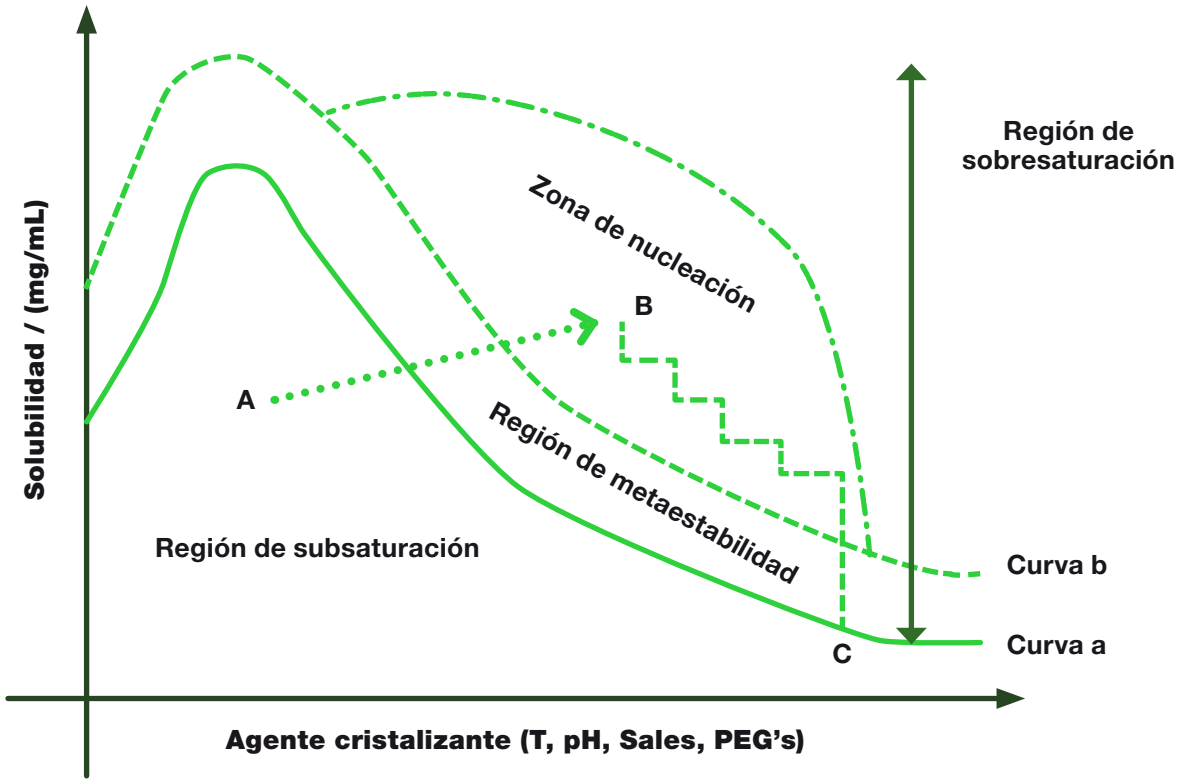


Figura 1. Diagrama de solubilidad de Ostwald-Miers para cristalizar una proteína.

solución reguladora. La proteína en sí, posee una composición química que le permite enlazarse a la solución a un pH determinado mediante la fuerza iónica dada por las sales y, finalmente, por otros aditivos como detergentes y soluciones de metales divalentes.

La cristalización de proteínas debe entenderse en dos partes: a) los aspectos termodinámicos, relacionados con la solubilidad de la proteína y b) los aspectos cinéticos, relacionados con el control de la nucleación y el crecimiento de cristales.

Las proteínas tienen la facultad de ser solubles en ciertos valores de pH. Al valor donde tienen un mínimo en su solubilidad debido a la inexistencia de cargas netas se le conoce como punto isoeléctrico. En este tenor, primero, las proteínas deben solubilizarse al máximo para después buscar por algún medio bajar esta solubilidad, lo que puede lograrse a través de diversos métodos de cristalización.

La solubilidad puede disminuirse por cambios en la temperatura y a través del uso de agentes de precipitación, como las sales: a baja concentración hacen que la proteína tenga un efecto conocido como *salting-in*, una incorporación a la solución; con una concentración alta se produce el efecto contrario, *salting-out,* donde la solubilidad baja y produce un desprendimiento del sólido de la disolución. Para bajar la solubilidad también pueden emplearse solventes orgánicos que provocan cambios en la constante dieléctrica.

Finalmente, las proteínas pueden cristalizarse bajando su solubilidad a través del uso de polímeros orgánicos como los polietilenglicoles o PEG, por sus siglas en inglés.

Una forma sencilla de entender lo anterior es a través de la figura 1, donde observamos una curva típica de solubilidad o diagrama de Ostwald-Miers. El gráfico es útil para entender el camino a la cristalización de casi cualquier macromolécula biológica (proteínas, ácidos nucleicos o polisacáridos): al inicio, el sistema a cristalizar se encuentra en una concentración de subsaturación (*A*), para luego alcanzar una sobresaturación (*B*) y al final tender al equilibrio (*C*). Si el crecimiento se lleva a cabo a una velocidad constante y a una temperatura controlada, obtendremos cristales de calidad adecuada [3]. A propósito, Jenkins [4] ha publicado un tratamiento muy completo acerca del problema de la solubilidad de proteínas.

Si queremos cristalizar una proteína, lo primero que debemos tener claro es que la curva de equilibrio (*curva a*) está relacionada con aspectos de solubilidad, es decir, posee una naturaleza termodinámica; por debajo de esta curva se encuentra la zona de subsaturación, mientras que por arriba de ella y por debajo de la curva de equilibrio (*curva b*) tenemos la región de metaestabilidad, donde ocurre el crecimiento cristalino, a valores bajos de sobresaturación. Muy por encima, se encuentra la zona de nucleación, que nos permite obtener los núcleos semilla que formarán los cristales.

En este sentido si queremos entender racionalmente el crecimiento cristalino, lo más sencillo es colocar el sistema en *A* y buscar un método de crecimiento cristalino que nos permita viajar a una región de nucleación, *B*, y una vez formados los núcleos necesarios, el sistema volverá al equilibrio (se estabilizará) pasando por la región de metaestabilidad permitiendo que los núcleos cristalinos alcancen el tamaño de un cristal.

Entendido este contexto teórico, es importante saber los métodos de crecimiento de cristales disponibles: entre los clásicos está el de difusión en fase vapor, donde la sobresaturación se alcanza por secado (concentración) de una gota, mediante el uso de un agente de precipitación específico. Los métodos clásicos para la cristalización de macromoléculas biológicas se clasifican en:

- Método de la gota colgante
- Método de la gota sedente
- Método de la gota en forma de sándwich

Estos se llevan a cabo en cajas de cristalización o cajas Limbro. Sobre un cubreobjetos siliconizado se deposita una gota de entre 2 a 4 microlitros que se mezcla con cuidado con una cantidad igual de solución del agente de precipitación, de tal manera que se obtiene una sola gota de solución de proteína y agente precipitante que funciona como su propia celda de crecimiento. El cubreobjeto con la gota se coloca en un reservorio cilíndrico de la caja Limbro, en su interior previamente se deposita una solución de agente precipitante (generalmente un mililitro) y la parte superior se cubre con grasa de vacío.

En los métodos clásicos de crecimiento (figura 2), a través de la extracción de agua, la gota colgante irá incrementando la concentración de proteína y aparecerán los cristales, la gota sedante se deposita sobre un puente colocado dentro de la solución del agente precipitante y la gota en sándwich se soporta por el cubreobjeto y un puente en forma de emparedado.

Sin embargo, en la actualidad hay muchas proteínas que producen cristales de baja calidad para difractar los rayos-X. Para elevar la calidad cristalina y obtener una estructura tridimensional de alta resolución deben buscarse métodos alternos, como tratar de crecer los cristales en ambientes sin, o de mínima, convección. Para ello se trabaja en el espacio en condiciones de microgravedad, aunque resulta muy costoso desde el punto de vista experimental, si bien también pueden crecerse en geles y en medios capilares. Estas tres posibilidades hacen que el transporte de iones y moléculas que formarán el cristal sea exclusivamente difusivo.

El doctor J. M. García Ruíz, tras años de investigación, propuso el uso de medios gelificados para cristalizar macromoléculas por contra-difusión. Esta técnica reunió el principio que reduce la convección y la ventaja de poder incluir un amplio rango de condiciones consecutivas en un solo experimento [5]. En 1993, él y su equipo desarrollaron la técnica de acupuntura en geles [6], donde la solución de agente precipitante se difunde a través de un soporte de gel y sube por fuerza de capilaridad dentro de un tubo capilar relleno de solución proteica posibilitando la cristalización. Hoy en día se conoce mucho de ella, ya que se han evaluado distintos tipos de geles, capilares, aditivos y diversos tipos de agentes precipitantes [7]. A diferencia de otras técnicas, dentro del capilar se pueden tener distintos niveles de sobresaturación, de modo tal que ocurrirá precipitación en zonas de muy altas sobresaturaciones, nucleación cuando la sobresaturación sea elevada y crecimiento de dichos núcleos al bajar la misma. Esto aumenta las probabilidades de encontrar las condiciones adecuadas de cristalización. Otras ventajas son la posibilidad de cristalizar proteínas en capilares aptos para su posterior cristalización, evitando su subsecuente manipulación física y reduciendo el riesgo de quebraduras [8] y la de cristalizar macromoléculas en presencia de agentes crioprotectores o metales pesados [9]. Esto facilita su difracción directa, sin roturas al montarlos en capilares o al transportarlos hasta el sincrotrón.

Por medio de la cristalización por técnicas de contra-difusión en

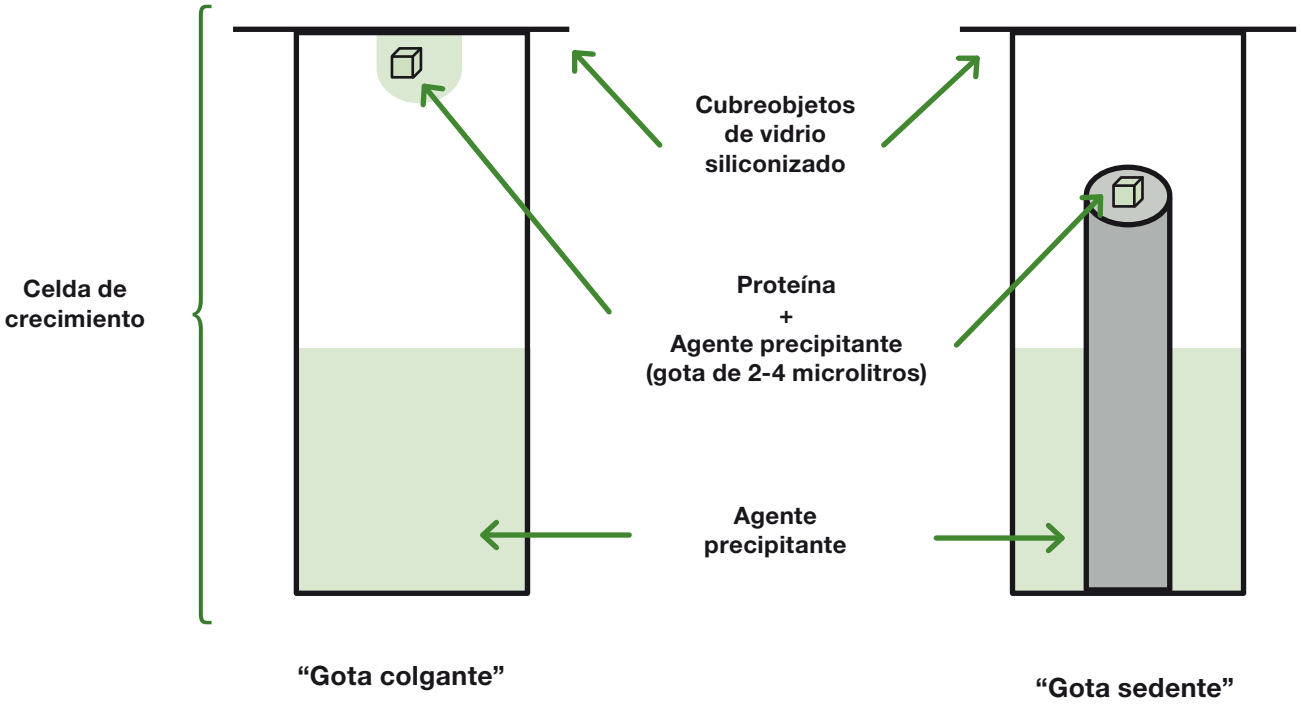


Figura 2. Métodos clásicos para cristalizar una macromolécula biológica.

medios capilares y a la vez empleando geles, se han podido cristalizar una gran cantidad de proteínas —de diversos pesos moleculares y amplio rango de puntos isoeléctricos—, virus y complejos de proteínas-ácidos nucleicos [10]. Además, en demanda a los avances de la proteómica estructural, actualmente se cuenta con un dispositivo apto para un barrido (*screening*) efectivo de condiciones de cristalización de macromoléculas biológicas, que permite realizar ensayos múltiples, simultáneos e independientes [8]. Éste combina las ventajas de las múltiples condiciones dentro de un capilar, aumentando las posibilidades de encontrar las condiciones óptimas, con la posibilidad de difractar directamente, desde el dispositivo, los cristales obtenidos. Estos atributos lo convertirían en el primer sistema totalmente canalizado desde las etapas iniciales hasta la obtención de datos para el análisis estructural [9].

Actualmente, junto con mi grupo de investigación, desarrollo una gran variedad de métodos de crecimiento de cristales, empleo campos eléctricos y magnéticos combinados con geles para controlar el proceso de nucleación y mejorar la calidad de los cristales. Quienes se interesen en las investigaciones más recientes de la cristalogénesis biológica pueden revisar el volumen que edité en 2009 y el que hice, como editor invitado, en la revista *Protein and Peptide Letters*.

Finalmente, dentro de las aplicaciones para conocer la estructura tridimensional de las proteínas está el poder encontrar dónde se colocará un fármaco (molécula orgánica de bajo peso molecular) para tratar una enfermedad específica. Con ello, podemos conocer a detalle cómo se llevarán a cabo las conexiones químicas y cómo una enzima —una proteína con poder catalítico— puede inhibir de forma específica y si ella está relacionada con alguna enfermedad.

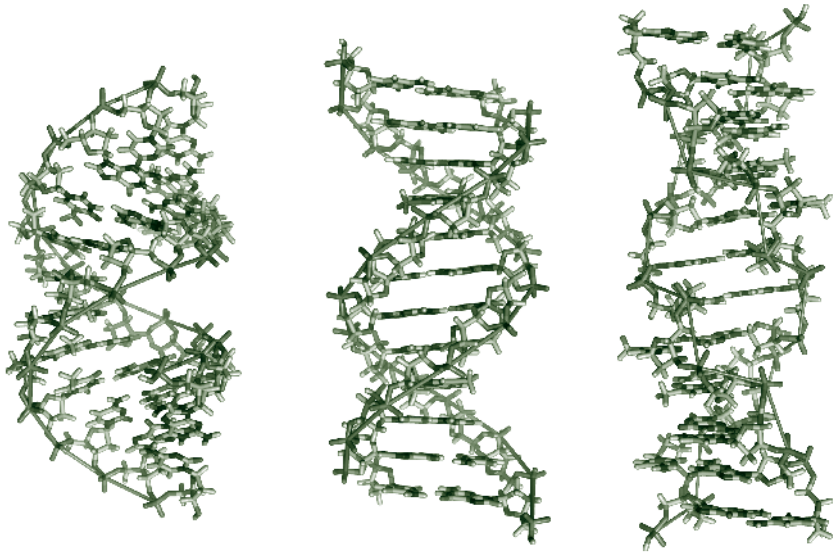
En el futuro, el camino bioquímico de este proceso dará resultados extraordinarios para hacer una ciencia médica más precisa con bases químico-estructurales, pero no sólo servirá para diseñar fármacos, también permitirá el desarrollo de nuevos materiales y, quizá, de los dispositivos del futuro basados en proteínas que transfieren electrones. Es decir, es posible que desarrollemos celdas solares basadas en proteínas; una posibilidad que hace que la investigación en cristalogénesis biológica sea una buena inversión en la formación de científicos del futuro.

Conocimiento estructural y enfermedades genéticas

Quisiera terminar con un análisis de las limitantes que tiene el conocimiento estructural ante las enfermedades genéticas como una invitación para que, quienes tienen interés en las ciencias de la vida, investiguen más a detalles y consideren ésta área como una opción para un posgrado.

Al parecer, el futuro de las investigaciones médicas para tratar enfermedades raras, o que tienen una base genética, tendrá mucho que ver con comprender cómo se agregan o desagregan ciertas proteínas, cuyas funciones específicas no podremos conocer a través de los métodos cristalográficos (si se emplean cristales) o por la vía de la resonancia magnético nuclear (RMN), si el estudio se lleva a cabo en solución, debido a que el alto peso molecular y el desorden de las mismas no permite resolver su estructura. La modelización tampoco será fácil y quizá las técnicas recientes de visualización a través de crio-microscopía electrónica de barrido ayudarán en parte, pero no darían solución alguna para desarrollar fármacos a la medida. La medicina basada en terapia génica es una de las alternativas, pues ésta no se basa en la estructura tridimensional de los receptores biológicos ni requiere fármacos, ya que se emplean vectores específicos (generalmente virus inocuos), los cuales introducen los genes terapéuticos (genes corregidos) en los sitios que requieren corrección.

Aunque esta terapia podría ser una nueva versión de la medicina moderna, irá a la par con la medicina basada en fármacos a la medida,



obtenidos a través de la vía cristalográfica. La terapia génica no siempre podrá aplicarse a enfermedades clásicas, pero si dará un avance enorme en la disminución de enfermedades como la diabetes mellitus, las enfermedades raras como el síndrome de Sanfilippo y, en general, las enfermedades relacionadas con precipitaciones anómalas de glicoproteínas dentro de las células, como la mucopolisacaridosis [11].

Sin embargo, el manejo de genes y sus correcciones o modificaciones, requiere del conocimiento preciso de la genética y, sobre todo, de un amplio conocimiento de técnicas de biología molecular. Estas técnicas han permitido, hoy en día, poder expresar de forma recombinante un gran número de proteínas y complejos macromoleculares, así como la obtención de plásmidos que permiten ser introducidos a diferentes sistemas de incubación (bacterias, baculovirus, levaduras, etcétera) y que están disponibles a través de compañías que los sintetizan con base en las secuencias proporcionadas de las proteínas en estudio. La limitante en esta etapa es simplemente hacer una caracterización adecuada de la secuencia por vía química, es decir, de una secuenciación de aminoácidos vía espectroscopia de masas o por degradación de Edman [12]. Esto hace que las cantidades en masa de las proteínas en estudio se hagan disponibles en cantidades de miligramos o gramos inclusive.

Conclusiones

El cristalizar una proteína tiene sentido si la vía de conocimiento de la estructura tridimensional es a través de rayos-X. Sin embargo, debe entenderse que si la proteína que se estudia no puede cristalizar (ya que es intrínsecamente desordenada), un camino alterno para conocer su estructura es una herramienta química que se denomina resonancia magnética nuclear que permite obtener la estructura en solución; ésta tiene la limitación en el peso molecular de la proteína, ya que para valores de peso molecular arriba de 100 000 Da no es posible conocer la estructura con la precisión que nos dan los rayos-X.

Otras vías para conocer la estructura es a través de modelos basados en estructuras similares ya resueltas, una buena aproximación aunque no se lograría una precisión tan alta para establecer mecanismos de reacción; así, los rayos-X siguen teniendo el monopolio del conocimiento de la estructura 3D sin limitaciones en el peso molecular, si bien, para alcanzar esta precisión deseable sólo debe saberse cómo hacer crecer cristales de calidad alta.

En los años recientes se han establecido las bases para poder conocer la estructura a través de técnicas de microscopía electrónica y transmisión (crio SEM o crio TEM) a baja temperatura, en donde no se necesitan cristales sino una muestra pura para colocarla en un dispositivo y equipo adecuado de SEM o TEM y procesar las imágenes con *software* específico. Estas técnicas por ejemplo, han permitido poder obtener datos estructurales de ribosomas celulares, lo cual ha representado un gran avance en estas ciencias del conocimiento estructural.

No olvidemos que para conocer la estructura 3D de los sistemas biológicos en el futuro podrán ser empleadas las técnicas láser de rayos-X libres de electrones (*X-ray Free Electron Lasers* o XFEL) y de muchas variantes de luz láser [13]. Asimismo, la tecnología que se ha desarrollado en torno a esta ciencia ha permitido tener en nuestras manos el acceso al uso de fuentes de radiación sincrotrón (rayos-X más intensos) y muchas técnicas de rayos láser que, en un futuro cercano, podrían proporcionarnos la estructura molecular 3D en segundos. Estas técnicas estarán disponibles de forma convencional en la próxima década y revolucionarán el conocimiento de muchos procesos y sistemas biológicos.

Agradecimientos

Quisiera agradecer al Conacyt, cuyos proyectos a lo largo de 16 años me han permitido establecerme en México y crear un laboratorio de Cristalogénesis Biológica de clase mundial en el Instituto de Química de la UNAM. Quisiera agradecer al proyecto Conacyt No. 175924, recientemente aprobado, que nos permitirá madurar muchas de las ideas que se mencionan en el texto para aplicaciones de proteína en celdas solares del futuro.

Referencias

[1] Giege, R., Sauter, C. "Biocrystallography: past, present, future", en *HFSP Journal* (2010) 4, 109-121.

[2] McPherson, A., Giege, R. "Crystallogenesis research for biology in the last two decades as seen from the international conferences on the crystallization of biological macromolecules", en *Crystal Growth and Design* (2007) 7, 2126-2133.

[3] Sarig, S. "Fundamentals of aqueous solution growth. Handbook of crystal growth", en *Growth mechanism and dynamics* (2b): *Bulk crystal growth* (D.T.J. Hurle, *ed.*), North-Holland, Ámsterdan (1994).

[4] Jenkins, W.T. "Three solutions of the protein solubility problem", *Protein Science* (1998) 7, 376.

[5] García-Ruíz, J.M. "Uses of crystal growth in gels and other diffusing-reacting systems", en *Key Eng Mater* (1991) 88, 87-106.

[6] García-Ruíz, J.M. and Moreno A. "Investigations on Protein Crystal Growth by the Gel Acupuncture Method" en *Acta Crystallogaphica* (1994) D50, 484-490.

[7] Otalora, F., Gavira, J.A., Ng, J., García-Ruiz, J.M. "Counter Diffusion Methods Applied to Protein Crystallilzation" en *Progress in Biophysics and Molecular Biology* (2009) 101, 26-37.

[8] Ng, J.D., Gavira, J.A. and García-Ruíz, J.M. "Protein crystallization by capillary counterdiffusion for applied crystallographic structure determination", en *Journal of Structural Biology* (2003) 142, 218-231.

[9] Gavira, J.A., Toh, D., Lopez-Jaramillo, J., García-Ruíz J.M., Ng, J.D. "Ab initio crystallographic structure determination of insulin from protein to electron density without crystal handling", en *Acta Crystallogaphica* (2002) D58, 1147-1154.

[10] Biertümpfel C., Basquin, J. Suck, D., Sauter, C. "Crystallization of biological macromolecules using agarose gel", en *Acta Crystallogaphica* (2002) D58, 1657-1659.

[11] Bosch, F. "Gene and Cellular Therapy in Spain: Moving Forward", en *Human Gene Therapy* (2009) 20, 919.

[12] Edman, P. *Method for Determination of the Amino Acid Sequence in Peptides.* (1950) 4, 283-293.

[13] Emma, P. *et al.* "First Lasing and Operation of an Angstrom-wavelength free electron laser", en *Nature Photonics* (2010) 4, 641-647.



Sistemas de dirección, cinemática y control omnidireccional

Miguel González de León
Estudiante de séptimo semestre de Ingeniería Industrial


figura 1a


figura 1b


figura 1c

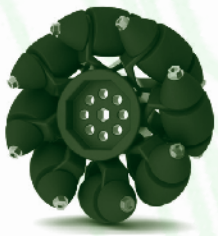

figura 1d

Figura 1. Diferentes tipos de ruedas

¿Crees que la rueda es el mejor invento del hombre? ¿Y si te dijera que falta mucho por descubrir acerca de ella?

Primero, es importante diferenciar entre rueda y dirección: rueda es el mecanismo que transmite la potencia del motor a la superficie de contacto, proporcionando empuje por medio de fricción, y dirección es la forma de controlar el sentido de acción de la potencia del motor y de dar una orientación al dispositivo.

Hace algunos años, durante mi participación dentro del certamen FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology), dentro de la categoría de robótica, tuve el privilegio de ver cómo los equipos de estudiantes de preparatoria estrenaban sus direcciones, previamente diseñadas, desarrolladas y construidas en sus escuelas, y alentadas por tutores experimentados puestos a su disposición gracias a patrocinios como el de General Motors.

A lo largo de la competencia me di cuenta que, gracias al desarrollo de polímeros y otros materiales, estamos reinventando la rueda y los mecanismos de dirección, y que estos resultados son capaces de asombrar al más apático.

Para hablar al respecto, les comparto una panorámica sobre los tipos de ruedas que usamos hoy en día, una introducción a los tipos de dirección más usados y, finalmente, algunas aplicaciones que se consiguen combinando la rueda y la dirección correctas.

Tipos de ruedas

- ***Rueda radial:*** quizá, el invento más importante de la humanidad; usado incluso antes que la escritura, dio una capacidad de transporte superior y permitió el desarrollo de las culturas a velocidad exponencial (figura 1a).
- ***Rueda omnidireccional:*** consta de una rueda radial principal que va unida a muchas ruedas en su circunferencia, con ejes perpendiculares en el punto de contacto con el suelo. Las hay sencillas (fig. 1b) o dobles (figura 1c).
- ***Mecanum Wheel:*** desarrollada en 1973 por el inventor sueco Bengt Ilon y la compañía Mecanum AB. Es una versión compleja de la llanta omnidireccional, pero con un cambio en el ángulo de las ruedas transversales respecto a la rueda principal. Además, las ruedas periféricas tienen una coni-

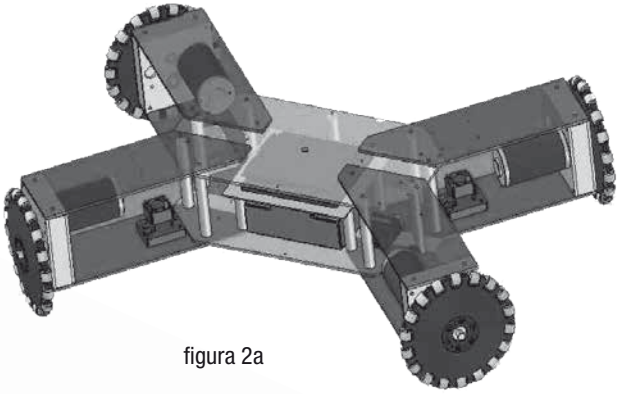


figura 2a

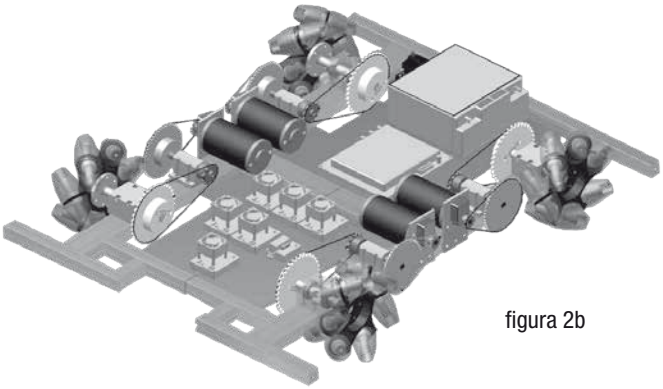


figura 2b

Figura 2. Tipos de omni-dirección

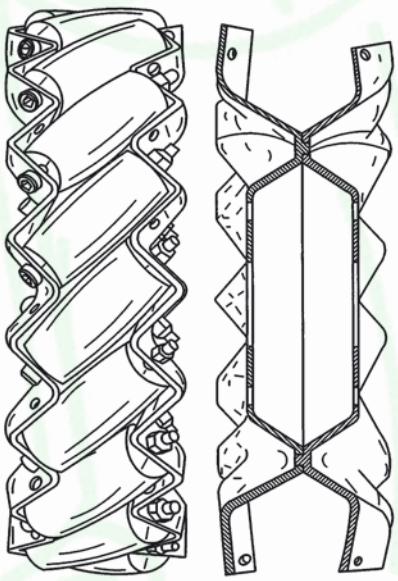
cidad proporcional al ángulo para evitar un viaje agitado y una dureza particular para no deformar la rueda. (figura 1d)

Tipos de dirección

- ***Unidireccional:*** Con 1 grado de libertad, en la antigüedad se usaba colocando un tronco debajo de lo que se deseaba desplazar; actualmente, gracias a los modernos lubricantes sintéticos, esta dirección ha sido sustituida por barras direccionales lubricadas.
- ***Bidireccional o Tanque:*** Con 2 grados de libertad, simple, sólida y difícil de que falle, pero lenta y limitada en sus movimientos.
- ***Omnidireccional:*** Con 3 grados de libertad, es la dirección más usada, y puede conseguirse de varias formas, dependiendo las diferentes ruedas. Varía por la limitación de sus grados. Pocas permiten los 3 grados de libertad completos en tiempo real.

Tipos de omnidirección

- ***Swerve o Crab Drive***. Éste, una versión compleja de la dirección tradicional de un automóvil, fue el primer intento por conseguir una mayor maniobrabilidad. Las ruedas giran, en vez de sincronizadas por un husillo principal unido al volante, a través de dos servomotores en el eje de rotación, lo que da mayor capacidad de giro y de maniobrabilidad. Es un mecanismo usualmente frágil, de difícil construcción y manejo increíblemente complejo.
- ***Killough Drive, Kiwi Drive o X Drive*** (fig 2a). Llamado así por su inventor Stephen Killough. Apareció en 1994, de manejo intuitivo y mecanismo sencillo, usa las ruedas omnidireccionales en todo su potencial. Su gran fortaleza es también su gran debilidad: consigue un manejo con 3 grados de libertad tan real e inmediato que se vuelve imposible frenarlo, además de no tener potencia de empuje que le permita subir una pequeña pendiente. Como las ruedas sufren presión lateral y no radial, los ejes son sometidos a esfuerzo cortante y se vuelve indispensable usar ruedas omnidireccionales dobles.
- ***Jester Drive*** (figura 2b). En los 80, la US Navy compró a Ilon la patente sobre las Mechanum Wheels y en 1997 Airtrax y otras compañías pagaron $2,500 dólares por derechos para usar la tecnología. Éstas fueron desarrolladas para usarse con una dirección de tipo Jester Drive, cuya única complicación es que usa un motor independiente para cada rueda, por lo demás, consigue 3 grados de libertad completos y en tiempo real.



Celda solar
que produce energía, incluso de noche



Diego Salas Real
Alumno de sexto semestre
de Ingeniería Mecatrónica

Las celdas solares o fotovoltaicas son obleas transparentes de material semiconductor, usualmente silicio. Al captar los rayos del sol, los electrones del semiconductor se excitan, fluyen y generan una corriente eléctrica. Sin embargo, estas celdas tienen un gran problema: el Sol; una vez que se oculta son casi inservibles.

En Sevilla, España, se ha desarrollado un sistema termosolar –integrado no propiamente por celdas sino por espejos móviles que siguen la ruta aparente del Sol, heliostatos– que puede producir energía las 24 horas del día por medio de una tecnología de receptor de torre central y del almacenamiento de sales calientes. Este complejo, llamado Gemasolar, y el tipo de energía resultante aseguran la producción eléctrica durante unas 6 500 horas al año, cantidad tres veces mayor a las producidas por otras energías renovables y que representan un ahorro de 30 000 toneladas de emisiones de CO_2.

El calor recogido por las sales, que llegan a alcanzar temperaturas superiores a los 500° C, sirve para generar el vapor que produce la energía eléctrica. El excedente de calor acumulado se almacena en un tanque de sales calientes.

La energía generada por Gemasolar se envía, mediante una línea de alta tensión, a la subestación de Villanueva del Rey, en Andalucía, España, donde se inyecta a la red eléctrica.

Sus características principales son:

- Potencia eléctrica nominal: 19.9 MW
- Producción eléctrica neta estimada: 110 GWh/año
- Campo Solar: 2 650 heliostatos en 185 hectáreas
- Sistema de almacenamiento térmico: hasta 15 horas sin aporte solar.

Más información:

Miller, G T. *Ciencia Ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral*, México: Thomson, 2007.

Planta Gemasolar
www.torresolenergy.com/TORRESOL/planta-gemasolar/es [consulta: febrero, 2013]

Planta de energía termosolar
www.muyinteresante.com.mx/tecnologia/344675/planta-energia-termosolar [consulta: febrero, 2013]


Torresol
Energy



¡Maquinízate!

Máquina Universal Digital H011

Gerardo Silva González-Pacheco
Profesor de la Facultad de Ingeniería

UBICACIÓN: Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- **MÁXIMA CARGA A TENSIÓN:** 500 kN
- **MÁXIMA CARGA A COMPRESIÓN:** 1 500 kN
- **DISTANCIA MÍNIMA ENTRE LAS MANDÍBULAS:** mín. 300 mm - máx. 400 mm
- **DISTANCIA ENTRE LAS PLACAS DE COMPRESIÓN:** 340 mm
- **DISTANCIA ENTRE LAS COLUMNAS:** 270 mm
- **CARRERA DEL PISTÓN:** 100 mm
- **PRECISIÓN Y REPETITIVIDAD:** ± 1% del valor leído
- **ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA:** 230 V, monofásico, 60 Hz, 750 W
- **DIMENSIONES:** 780 × 420 × 1700 mm
- **PESO:** 850 a 900 kg



Antecedentes

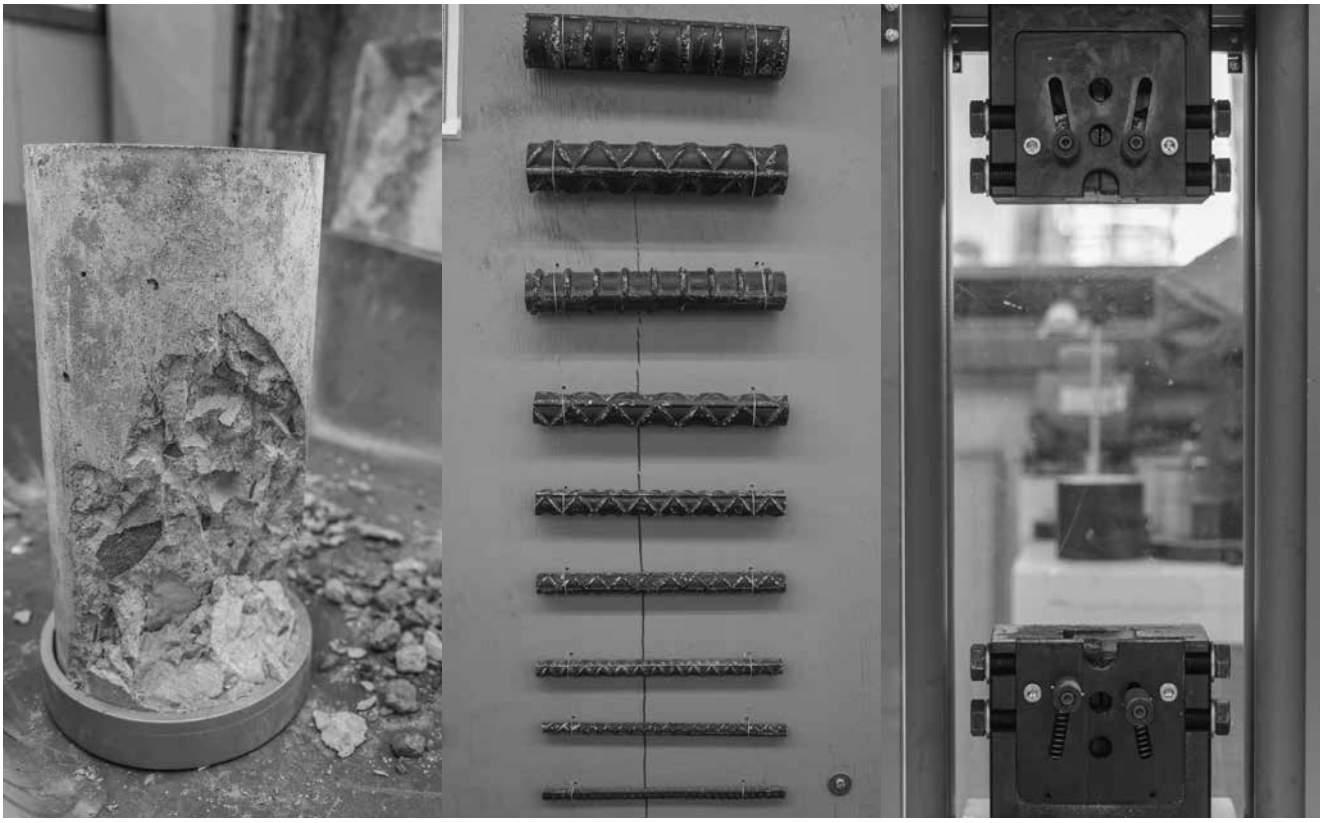
En ingeniería se denomina *máquina universal* a la serie de equipos, semejantes a una prensa, con los que pueden someterse materiales, componentes o estructuras a ensayos de tracción (tensión) y compresión. Dado que dicha maquinaria permite, además, inducir esfuerzos cortantes y de flexión, recibió ese calificativo para dar cabal idea de su extensa lista de aplicaciones.

Fue Ludwig Werder, un ingeniero mecánico alemán, quien en 1852 desarrolló una máquina para probar la resistencia del hierro empleado en la construcción de puentes ferroviarios, convirtiéndose en una de las más poderosas de su tiempo en Europa y llevando al éxito a la compañía constructora donde Werder era director técnico. Su equipo de 100 toneladas, empleado para verificar los miembros a tensión, demostró ser muy preciso y adecuado para probar grandes elementos estructurales. La mayoría de laboratorios europeos, con el tiempo, instalaron copias de esta máquina y, para la segunda mitad del siglo XIX, gran parte de los trabajos de investigación en mecánica de materiales fueron completados en estos equipos.

Bases de funcionamiento

En general, las máquinas universales generan presión a través de sistemas electromecánicos y, las de mayor capacidad, mediante sistemas hidráulicos u oleodinámicos; posibilitan la aplicación de cargas de compresión y tracción y medir la resistencia, de los especímenes ensayados, a una fuerza estática o aplicada lentamente.

La Máquina Universal Digital HO11 consiste en: un sistema formado por un marco de carga de gran rigidez y estabilidad dimensional compuesto por cuatro sólidas columnas pretensadas, y un grupo hidráulico de alto desempeño (oleodinámico) de control manual, con un módulo digital (modelo cibertronic) de indicador de carga y adquisición de datos (con códigos de acceso para proteger los menús de configuración y calibración). La unidad digital dispone de una memoria no volátil capaz de almacenar hasta 300 ensayos completos, transferir los datos a una computadora y manejar programas informáticos especializados para distintos tipos de pruebas. Además, la máquina cuenta con platinas fácilmente intercambiables, mandíbulas (sistemas de sujeción o mordazas) y ac-



cesorios para el montaje de los especímenes, así como medidores de deformación (variante solicitada en ensayos como la determinación del módulo de Young). Las características geométricas de los especímenes se proporcionan específicamente en las prácticas para cada prueba (en cilindros moldeados de concreto, por ejemplo, conforme a las normas ASTM C39, AASHTO T22 o NMX-C-083-ONNCCE-2002).

El ensayo de compresión o tracción de un material consiste en imponer un esfuerzo axial creciente a una probeta normalizada hasta que se fracture. Antes o después de que se alcance la falla es posible medir las deformaciones producidas tanto por el alargamiento longitudinal como por el acortamiento de las longitudes transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

Fabricada en Italia y considerada una de las de mayor capacidad en su tipo, la máquina presenta un diseño compacto y ergonómico con mandos de fácil uso que incluyen la regulación fina de la velocidad de ensayo y una válvula bidireccional para elegir la modalidad de tracción o compresión, así como el correspondiente indicador de recorrido máximo. Las cargas de prueba son aplicadas por el movimiento vertical del pistón impulsado hidráulicamente por el flujo de aceite.

Este modelo suele utilizarse para ensayos a tensión en barras de acero de refuerzo, de 6 a 25 mm de diámetro, y de perfiles planos, de hasta 25 × 15 mm. También permite pruebas de compresión en muestras cúbicas de concreto, de hasta de 150 mm de lado, y en cilindros, de hasta 160 mm de diámetro y 320 mm de largo.

La resistencia a la tensión de ciertos materiales, como el concreto, se obtiene probando el espécimen en tracción indirecta a través del ensayo de tensión por compresión diametral de cilindros (como en la norma NMX-C-163-1997-ONNCCE), también conocida como prueba brasileña. Además, el marco de carga admite ensayar varios prototipos de elementos estructurales, como vigas, losas, paneles y piezas de mampostería.





CAMPO DE APLICACIÓN

Con estos aparatos pueden ensayarse diversos materiales, bajo condiciones de carga estática, como acero, hormigón, madera y plásticos para conocer sus propiedades mecánicas —resistencia a la tensión, compresión, flexión y esfuerzo cortante— y determinar diversas características de materiales elásticos —deformaciones, módulos de elasticidad, coeficientes de Poisson, y límites de proporcionalidad o de fluencia—.

Este tipo de equipo ha demostrado ser de utilidad en la caracterización de nuevos materiales, como en la medición de propiedades de tensión de polímeros. En Ingeniería Civil, sirve para verificar en probetas cilíndricas la variación, con el tiempo, de la resistencia a la compresión de una cierta mezcla de concreto simple con fines estructurales. También determina la resistencia a la tensión de una varilla corrugada de acero con la que se reforzará dicho concreto, e incluso puede adaptarse para obtener la resistencia a la flexión de una viga de concreto hidráulico para diseñar el correspondiente espesor de pavimento rígido.

Dentro de nuestra Facultad, la máquina universal se utiliza en proyectos de investigación para la industria de la construcción, específicamente en geomateriales, y, en el ámbito docente, en prácticas de las asignaturas de Mecánica de Suelos, Laboratorio de Materiales, Ingeniería de Materiales y Ciencia de Polímeros, así como en talleres de difusión y orientación vocacional.

REFERENCIAS:

Timoshenko, S. *History of the strength of materials*. New York: McGraw-Hill, 1953.

Kahlow, A. "Different manners of constructing in different contexts: Roebling's Niagara bridge and Gerber's cantilever beam" en *Proceedings of the Third International Congress on Construction History,* Alemania, 20-24 de mayo, 2009. Cottbus: Brandenburg University of Technology, 2009.

DE LA NECESIDAD AL INVENTO

EL ÓLEO

Por: León J. Gorodzinsky
Estudiante de Arquitectura y profesor de óleo, acuarela, dibujo y monotipia en los talleres de la Escuela de Artes de la Universidad Anáhuac.

La pintura al óleo es una técnica pictórica que utiliza pigmentos suspendidos en un medio oleaginoso secante. La técnica tradicional se basa en un aceite que endurece gradualmente hasta formar una película impermeable. Éste puede ser de linaza, amapola, nuez o cártamo, y suele combinarse con resinas para crear un barniz; por otra parte, las partículas de pigmento son comúnmente obtenidas de sales minerales, piedras o metales, por ejemplo, del azufre se obtiene el amarillo y del cobalto, el azul.

A lo largo de la historia, algunos colores resultaron costosos en extremo debido a su fuente. Por ejemplo, el azul de ultramar, particularmente utilizado para pintar el manto de la virgen se obtenía moliendo una piedra semipreciosa, el lapislázuli. Por ello, el uso de este pigmento era objeto de detalladas descripciones en los contratos de los artistas.

Falsamente atribuido al genio del pintor flamenco Jan Van Eyck, el óleo, en realidad, estuvo presente desde la antigüedad entre artesanos indios y chinos, quienes lo usaron para decorar marfiles e imágenes de budas. Las pinturas al óleo más antiguas de las que tenemos noticia fueron encontradas en el Valle de Bamiyán, Afganistán, y corresponden al año 650 a.C. Se sabe que en la Edad Media, por su capacidad para soportar el desgaste a la intemperie, el óleo fue utilizado para embellecer escudos y armas de los señores feudales; hacia los siglos XIII y XIV fue usado para retocar pinturas al temple. Sin embargo, el lento secado de los barnices oleaginosos era visto como una desventaja. Van Eyck fue el primer artista, no en utilizar óleo, pero sí en producir una mezcla oleaginosa secativa que podía combinarse con pigmentos minerales, cerca del año 1400.



La Crucifixión y el Juicio Final. Jan van Eyck y asistente (Maaseik, ca. 1390–1441). The Metropolitan Museum of Art, Nueva York.

La versatilidad del óleo lo convirtió en un factor esencial en la realización de la nueva visión artística de la pintura flamenca temprana, la cual combinó extraordinario realismo con colores brillantes. La mezcla de aceites y pigmentos genera colores traslúcidos que, al aplicarlos en delgadas capas o esmaltes, producen tonos ricos y luminosos. En contraste con la Edad Media y sus composiciones pictóricas planas, la pintura renacentista se caracterizó por un profundo estudio del sujeto y de la perspectiva donde la iluminación, el encuadre y la composición fueron trascendentales.

El espíritu artístico del Renacimiento requería de un elemento que permitiera crear a conciencia y sin prisas, y hacer múltiples retoques y variaciones. Por ello, el óleo con su secado lento, se ajustó convenientemente, permitiendo incorporar sombras suaves y matizadas, esenciales para sugerir formas tridimensionales, así como simular las propiedades reflejantes de distintas superficies, bien sea mármol pulido o joyas deslumbrantes, terciopelo suave o metal radiante. De manera similar, el óleo es capaz de imitar fielmente el movimiento y la ondulación de las superficies, permitiendo retratar vivos paisajes llenos de agua y nubes.

Para el siglo XV, el óleo ya había afianzado su lugar dentro de la pintura. Los maestros fueron ajustando la composición de éste para satisfacer sus necesidades: Antonello da Messina añadió litargirio, óxido de plomo de color amarillo, para incrementar las propiedades secantes y mejorar la consistencia, mientras que Leonardo da Vinci perfeccionó la mezcla cocinándola a baja temperatura con miel de abeja para prevenir el oscurecimiento de la pintura al momento de secar.

Tiziano y Velázquez, Rubens y Rembrandt, todos preparaban la pintura con algo de su cosecha, refinando la receta de manera que se adecuara a su estilo pictórico. Las tempranas obras de óleo en Europa fueron hechas sobre madera —retablos religiosos, altares y retratos de la nobleza— y fue hasta su llegada a Venecia, uno de los principales centros del comercio marítimo en el mediterráneo, que sufrió un revés afortunado: ahí se concibió una nueva manera de utilizarlo. La gran cantidad de lona de desperdicio proveniente de las velas de los barcos dio pie al noble lienzo: liviano, enrollable y fácil de transportar, era más barato y permitía realizar obras de mayores dimensiones. Para mediados del siglo XVI, el óleo estaba en la cumbre y la técnica que le precedió, el temple, completamente extinta.



La Virgen y el Niño con el joven san Juan Bautista. Fra Bartolomeo (Florencia, 1473-1517). The Metropolitan Museum of Art , Nueva York.

Desde su descubrimiento en Oriente hasta el siglo XIX en Europa, los artistas mezclaron sus propias pinturas a partir de los pigmentos que molían. Esto les ocasionaba diversos problemas: en la calidad y uniformidad de la pintura, puesto que un cambio en la proporción de pigmento y aceite producía distintas densidades, opacidades y saturaciones, además de que tenían que ocupar tiempo de su proceso creador a cocinar los aceites y barnices, y que se enfrentaban a un constante desperdicio de material, ya no digamos del tiempo de preparación, pues, una vez mezclado y expuesto al oxígeno,



Vétheuil en el verano. Claude Monet (París, 1840-1926).
The Metropolitan Museum of Art, Nueva York.

el óleo comenzaba a secarse irremediablemente, y lo que no se ocupaba, se perdía.

A causa de esto, la actividad pictórica estaba confinada al estudio de los artistas: era imposible llevar pigmentos molidos por todos lados, mezclar en vivo el tono adecuado y pintar la escena que se tenía enfrente. Los artistas salían, bocetaban con lápiz, tintas, carbones o acuarelas, estudiaban las escenas y los objetos, obteniendo numerosos dibujos preliminares, y ya en su estudio recomponían sus apuntes y comenzaban el lienzo. Por este motivo, el arte anterior al siglo XIX exhibe composiciones muy cuidadas, perspectivas perfectas y encuadres que siempre engloban al sujeto entero; son obras fruto de la estructura y la síntesis de la mente detrás del pincel.

En 1841, con la invención de los tubos metálicos, la pintura al óleo cambiaría nuevamente, produciéndose en grandes cantidades con técnicas estandarizadas que aseguraran su calidad. El quehacer del pintor se liberó de la fabricación manual de la pintura y pudo transportarla de manera fácil y conveniente, y si no la utilizaba por completo, basta tapar el tubo para almacenarla.

La conjunción del lienzo veneciano y del tubo de metal permitieron por vez primera que los artistas llevaran sus telas al campo y a los muelles, e hicieran una verdadera pintura *à plein air*. La condición cambiante de la luz al aire libre impuso al pintor la necesidad de plasmar la escena lo más rápido posible: cuidadosamente estudiada y reconstituida en el taller durante los movimientos pictóricos del renacimiento, el barroco, el neoclásico y el romántico, la luz pasó a tener un nuevo y cambiante énfasis que retaba el dinamismo del Sol.

Las pinceladas gordas y sueltas, la aparición de formas meramente sugeridas y la composición abierta son algunas características propias del movimiento que se generó a raíz de estos cambios: "sin tubos de pintura, no hubiese habido impresionismo", dijo alguna vez Pierre-Auguste Renoir.

Los avances en química y la comprensión de los materiales continuaron y, en el siglo XX, se tradujeron en nuevas posibilidades para los artistas. La síntesis de pigmentos artificiales fue un salto importante en el mundo del arte por varios motivos: los pigmentos tóxicos de antaño fueron reemplazados por otros menos perjudiciales —el *verde de París*, dejó de hacerse con arsénico de cobre, y hoy es una mezcla de cobre con amarillo bencimidazol— y aquellos que provenían de elementos costosos "como la



La clase de danza. Edgar Degas (París, 1834-1917).
The Metropolitan Museum of Art, Nueva York.



Las señoritas de Avignon. Pablo Picasso (Málaga, 1881-1973).
The Museum of Modern Art, Nueva York.

piedra semipreciosa que daba el *azul de ultramar*" hoy se resuelven con pigmentos sintéticos, lo que ha reducido el precio de las pinturas, homogeneizado los colores alrededor del mundo y ampliado exponencialmente la paleta de colores disponibles.

Las mejoras no han cesado, y en la actualidad, el óleo es miscible en agua gracias a un emulsificante hidrofílico que ha reemplazado a los solventes minerales tóxicos y fétidos; los hay de secado rápido, que acortan el endurecimiento de un promedio de tres semanas a un par de días o los que son sensibles al calor y cuyo agente, una vez activado a cierta temperatura, demora sólo 15 minutos, es decir, permite manipular indefinidamente la pintura hasta que es expuesta a un golpe térmico.

Después de explorar este tema, cabría preguntar si el arte se adapta a las posibilidades técnicas del momento o, por el contrario, son los artistas quienes buscan, exploran e inventan los elementos necesarios para producir el arte de su tiempo.

Pretender revivir los principios artísticos puede resultar fútil. Es imposible sentir tal como lo hacían los antiguos griegos, y los intentos por actualizar sus principios artísticos sólo nos conducirán a formas semejantes a las suyas, a obras que estarán eternamente muertas. Sabido es que los principios nuevos no surgen de la nada, sino que se encuentran en una relación causal con el pasado y el futuro, vinculando lo que hubo con lo que habrá. Wassily Kandinsky escribió: "Cualquier creación artística es hija de su tiempo y, la mayoría de las veces, madre de nuestros propios sentimientos. Igualmente, cada período cultural produce un arte que le es propio y que no puede repetirse."

Bibliografía:

Gombrich, Ernst Hans, *The Story of Art*, Londres: Phaidon, 1995.

Lorenzi, Rosella. "Oldest Oil Paintings Found in Afghanistan", *Discovery News*, en http://dsc.discovery.com [consulta: febrero, 2008]

Theophilus presbyter, *Libro I*, capítulo 25. Traducción libre del inglés.

Jones, Susan. "Painting in Oil in the Low Countries and Its Spread to Southern Europe", en el sitio metmuseum.org [consulta: enero, 2013]

Callen, Anthea. *The Art of Impressionism: How Impressionism Changed the Art World*, New Haven: Yale University Press, 2000.

Utilízalo

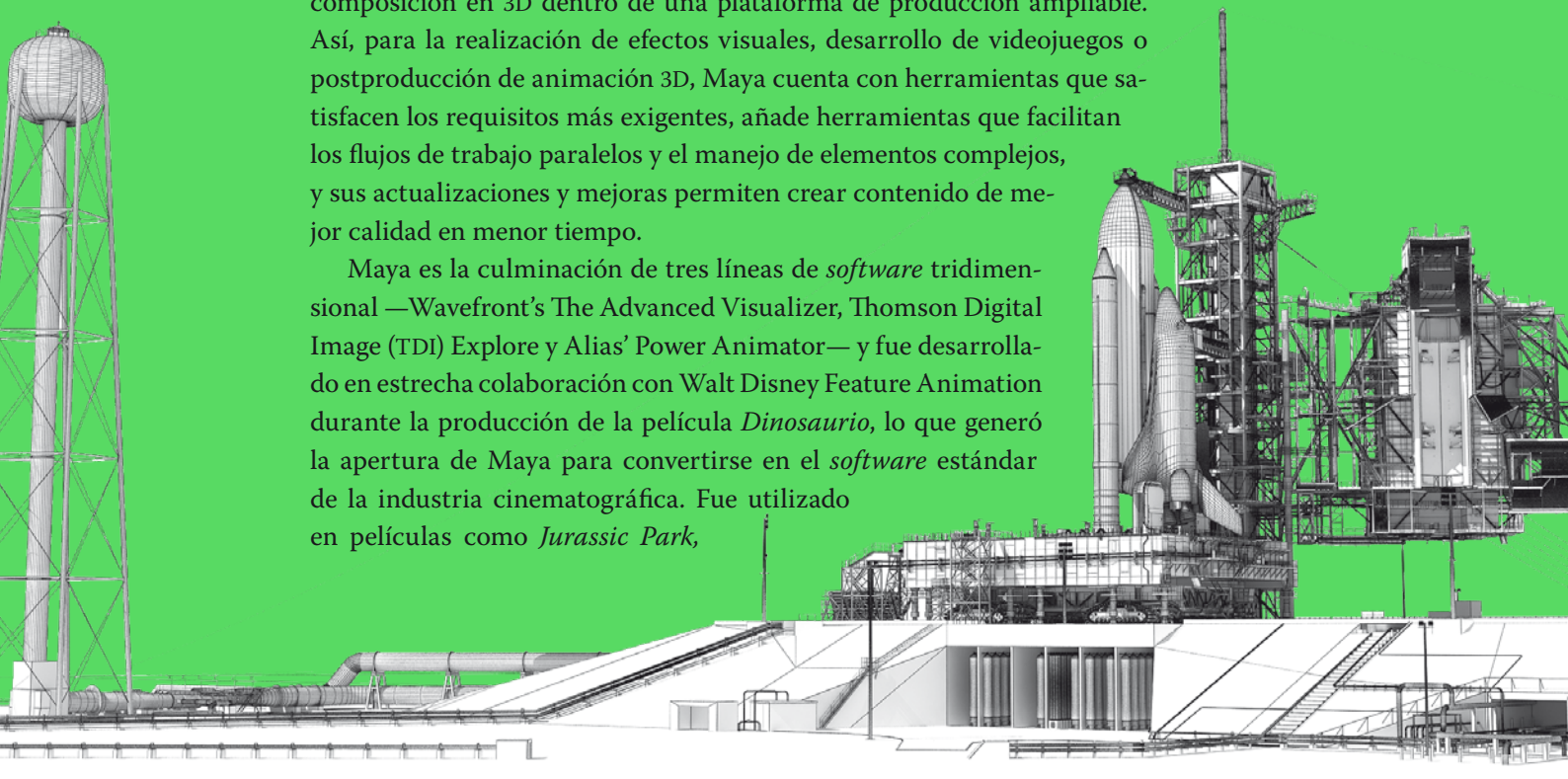
AUTODESK MAYA 3D

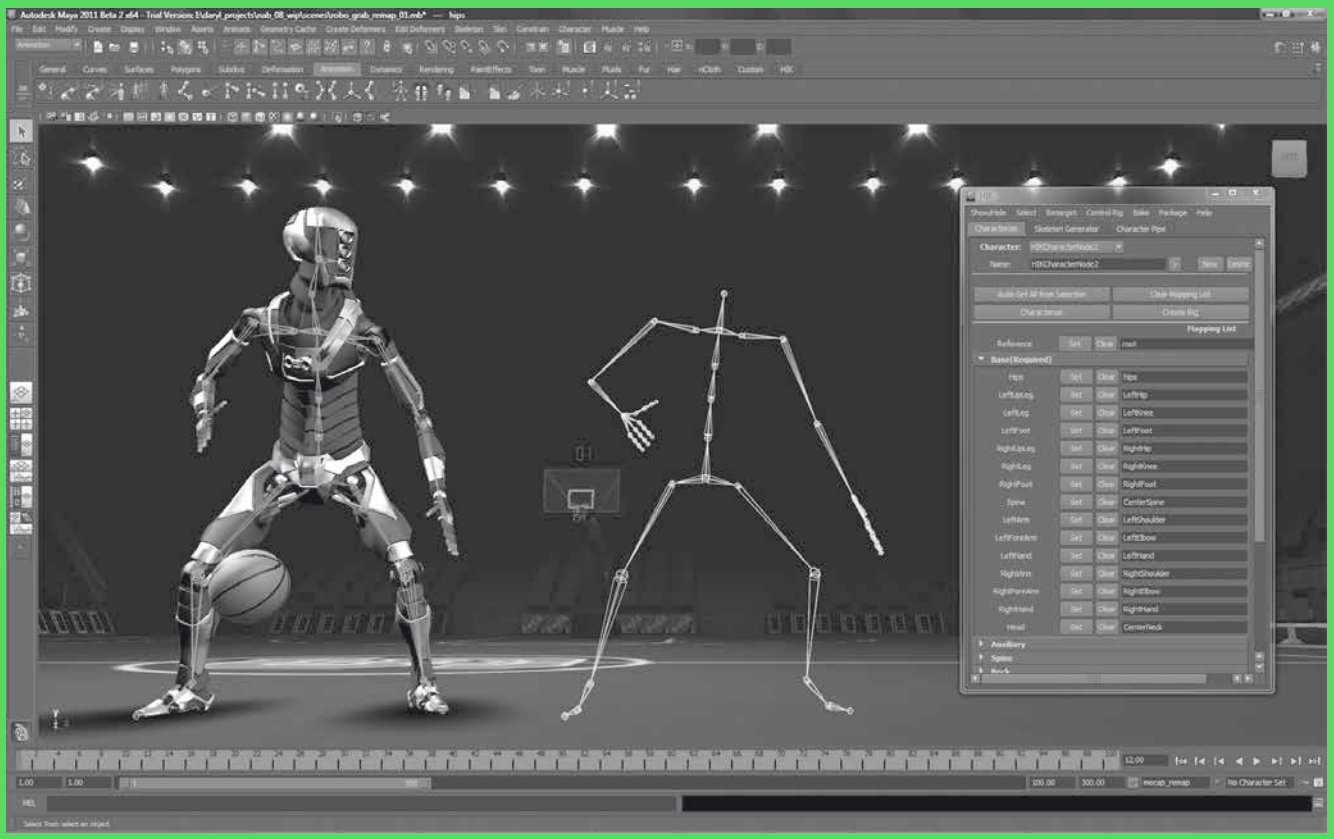
Rodrigo Maya Padilla
Segundo semestre Ingeniería Mecatrónica

Los ingenieros están en todas las áreas de la tecnología, se encargan de llevar a la realidad grandes sueños. Incluso son capaces de crear proyectos considerados como obras de arte: el ingeniero también es un creador que diseña e implementa tecnologías para innovar y sorprender al mundo.

Es por eso que cuentan con herramientas como Autodesk Maya 3D, un programa que ofrece un conjunto de funciones creativas para realizar animación, modelado, simulación, renderizado, rastreo de movimiento y composición en 3D dentro de una plataforma de producción ampliable. Así, para la realización de efectos visuales, desarrollo de videojuegos o postproducción de animación 3D, Maya cuenta con herramientas que satisfacen los requisitos más exigentes, añade herramientas que facilitan los flujos de trabajo paralelos y el manejo de elementos complejos, y sus actualizaciones y mejoras permiten crear contenido de mejor calidad en menor tiempo.

Maya es la culminación de tres líneas de *software* tridimensional —Wavefront's The Advanced Visualizer, Thomson Digital Image (TDI) Explore y Alias' Power Animator— y fue desarrollado en estrecha colaboración con Walt Disney Feature Animation durante la producción de la película *Dinosaurio*, lo que generó la apertura de Maya para convertirse en el *software* estándar de la industria cinematográfica. Fue utilizado en películas como *Jurassic Park*,





The Abyss y *Terminator 2*, y por sus aportaciones al campo de los efectos especiales fue merecedor de un premio Oscar.

CÓMO FUNCIONA

Empieza por el reconocimiento de la interfaz y de los comandos, y posteriormente se crean objetos y figuras básicas que se modelan con comandos más complejos para llegar a las formas y texturas deseadas.

En el siguiente paso, llamado *rigging*, se crean los controles para manipular los objetos creados y, así, animarlos de una forma más natural y flexible.

Posteriormente se crea la iluminación que, dentro de cada escena, al crear un juego visual de zonas claras y opacas, da una sensación de profundidad y que permiten la ilusión de tridimensionalidad.

Después, se aplica un *render*, es decir, se convierten las escenas 3D en imágenes mediante algoritmos que traducen la compleja información generada en pixeles.

Finalmente, se realiza la animación, es decir, se reproduce la secuencia de éstas imágenes a un determinado tiempo, generalmente de 24 cuadros por segundo, unidad surgida de la cinematografía y que significa que cada segundo de animación contiene la riqueza de 24 imágenes estáticas.

Lo anterior es un resumen de lo que puede trabajarse en este *software*, si bien, hacerlo de forma profesional implica un proceso largo y laborioso que, si bien ejecutado en su plano técnico y estético, suele generar obras maestras, ya sean películas, cortos animados o videojuegos, surgidas de la imaginación y trabajo de ingenieros que saben cómo combinan la tecnología con el arte.

MÁS INFORMACIÓN:

Autodesk: mexico.autodesk.com

integrando ingeniería

Los proyectos de diseño por computadora, herramientas útiles para el futuro ingeniero

Pablo Martínez Alanís
Alumno de segundo semestre de Ingeniería Mecatrónica



Desde que existe la ingeniería, la tarea del ingeniero ha sido enfrentar problemas y proponer soluciones, a sabiendas que algunas de éstas implican una gran responsabilidad, puesto que afectan a toda la sociedad y que pueden relacionarse con la pérdida de vidas. Por ello, es importante que en la universidad se nos asignen proyectos dirigidos a pensar y analizar críticamente para que, como profesionales y miembros activos de la sociedad, podamos tomar las mejores decisiones para el beneficio común.

El primer proyecto serio al que me enfrenté como futuro ingeniero ocurrió el semestre pasado, dentro de la materia de Diseño por Computadora: diseñar y reproducir un objeto real dentro del programa Pro/Engineer de PTC . La selección de la pieza me llevó tiempo, quería que tuviera un cierto grado de dificultad sin ser complicada en extremo. Decidí digitalizar un desarmador Black & Decker® eléctrico porque, además de su grado de dificultad, es fácil de transportar y de trabajar en cualquier lugar.

El primer paso fue desarmar todo, y la primera complicación, encontrarme con piezas que no eran fáciles de quitar y para las que necesité herramientas profesionales; preferí no remover aquellas que eran difíciles de diseñar y prescindibles, como los conectores de las pilas. Una vez obtenidas las piezas importantes, les tomé medidas. Inicié el diseño en computadora con los componentes fáciles, como engranes, rondanas y cilindros, hasta que identifiqué cuatro elementos complicados, mismos que pusieron en juego mi ingenio y mi conocimiento del programa: las dos mitades de la carcasa, la tapa y los botones, que resolví utilizando figuras geométricas simples.

Al completar la digitalización de todos los elementos, comencé a ensamblarlos y a corregir aquellos que no encajaban o que causaban interferencia. Progresivamente ensamble la cabeza, el motor, la caja de la pila, y al final todo junto dentro de las carcasas. Decidí correr un análisis de interferencias para verificar si las medidas tenían la escala adecuada o necesitaban correcciones. El producto final resultó bastante parecido a la pieza real, y me dejó satisfecho con mi trabajo.

Algunos comandos específicos que utilicé en la plataforma Pro/Engineer fueron: *extrusión, taladro, barrido helicoidal, mezclas, ensambles y restricciones* y *quitar material.*

En conclusión, este proyecto me enseñó la necesidad, dentro de la ingeniería, de planificar bien y aprovechar todas las oportunidades para trabajar. De esta manera, los productos, fruto del esfuerzo y dedicación personal, resultan de mejor calidad que los realizados sin interés.

¿Tienes alguna empresa o actividad en el ramo ingenieril y te interesa anunciarte?

¿Quieres suscribirte a la revista *+Ciencia* por un año?

Contáctanos en:

http://ingenieria.anahuac.mx
masciencia@anahuac.mx
Facebook +Ciencia
Twitter @Mas_CienciaMx