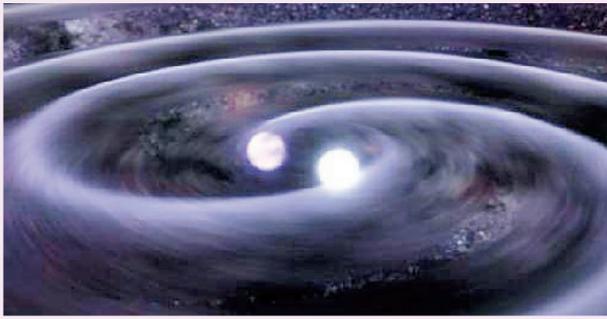


# PROYECTO UNAM

Texto: **Fernando Guzmán Aguilar** [alazul10@hotmail.com](mailto:alazul10@hotmail.com)



## Conferencia sobre estrellas dobles

El Instituto de Astronomía de la UNAM, dentro del ciclo El universo los viernes, invita a la conferencia "Estrellas dobles: ¿esas hermosas hechiceras!", que impartirá Juan Manuel Echevarría hoy, a las 19:00 horas, en el Auditorio Paris Pishmish del citado instituto, en Ciudad Universitaria. Cupo limitado. Entrega de boletos numerados, a partir de las 17:30 horas. Habrá observación con telescopio. ●

## Nuevo telescopio en el Observatorio de San Pedro Mártir

Un nuevo telescopio se inauguró, por primera vez en 36 años, en el Observatorio de San Pedro Mártir, Baja California, a cargo del Instituto de Astronomía. Se trata del telescopio robótico Bootes-5, instalado en colaboración con el Instituto de Astrofísica de Andalucía, España. Detectará, principalmente, la contraparte en luz visible de los destellos de rayos gamma, las explosiones más poderosas conocidas en el universo. Este instrumento, de 60 centímetros en el espejo, se suma a una red de telescopios idénticos (dos en España, uno en China y otro más en Nueva Zelanda). ●



## Instrumento útil para celdas solares y de combustible

Un novedoso instrumento para medir la curva corriente y el voltaje, útil para celdas solares y de combustible experimentales, de bajo costo y portátil, fue creado por el grupo de Materiales Solares del Instituto de Energías Renovables. Una ventaja más de este aparato es que arroja otros parámetros, como potencia, temperatura e irradiancia (energía de la radiación solar que se recibe en un instante en una superficie determinada). Es un subproducto del trabajo doctoral de Jorgeli Riquelme Arizmendi, con la tutoría de Joseph Sebastian Pathiyamattom. Ya está en proceso de patente. ●

# Comportamiento sísmico de monumentos históricos

## Un grupo de ingenieros trata de conocer cuáles son los puntos vulnerables de este tipo de estructuras y así estar en condiciones de proponer técnicas de reforzamiento que ayuden a su preservación

El estudio del comportamiento sísmico de los monumentos históricos de México construidos con piedra y mortero de cal tiene muy pocos años. Actualmente, Marcos Mauricio Chávez Cano y otros integrantes del grupo de investigación de Monumentos Históricos del Instituto de Ingeniería de la UNAM —liderado por Roberto Meli—, lo llevan a cabo para conocer cuáles son los puntos vulnerables de este tipo de estructuras y así estar en condiciones de proponer técnicas de reforzamiento que ayuden a su preservación.

Ya han determinado que el daño más recurrente se presenta en las torres de los templos, que casi siempre colapsan los campanarios y que también es común el colapso de las cúpulas.

"No hay dos estructuras iguales. Debido a su geometría, sus materiales y su ubicación geográfica, cada una responde de modo distinto ante la ocurrencia de un sismo. Por ejemplo, en la ciudad de México, por las características del suelo, la mayor parte de los monumentos históricos suelen ser menos vulnerables a los sismos que las estructuras convencionales de concreto, acero, etcétera. En Puebla esto no ha sido así. Los sismos de 1999 en el municipio de Tehuacán demostraron la alta vulnerabilidad de este tipo de estructuras", dice el investigador.

Cuando un sismo originado en las costas de Guerrero llega al DF, suele tener un mayor impacto en las estructuras convencionales (sobre todo en las que se ubican en el Centro Histórico) que en las históricas.

La razón de esto es que resulta más difícil que el movimiento generado por el sismo y el tipo de suelo excite las estructuras históricas, porque son mucho más rígidas y masivas (algunas llegan a tener un peso de hasta 130 mil toneladas, como la Catedral Metropolitana); además, presentan un evidente comportamiento inelástico.

Toda estructura, cuando es sometida a alguna condición de carga, se deforma, y si al retirar esta carga, la estructura regresa a su estado original (es decir, previo a la aplicación de dicha carga), se dice que tiene un comportamiento elástico lineal; pero



Templo a escala sometido a la acción de diferentes sismos en una mesa vibradora.

si queda con alguna deformación remanente, se dice que tiene un comportamiento inelástico.

### Comportamiento inelástico

De acuerdo con Chávez Cano, la incursión de cualquier estructura dentro del rango inelástico, sobre todo en zonas sísmicas, suele resultar benéfica, ya que conforme sea mayor la capacidad de deformación de las estructuras, éstas pueden disipar mejor la energía que un sismo les induce.

Ahora bien, esto tiene un límite, pues una estructura muy deformada puede llegar a una condición de inestabilidad, por lo que los reglamentos de construcción para estructuras modernas tienen bien definidas las máximas deformaciones permisibles.

El comportamiento inelástico funciona como un amortiguador de coche, que absorbe la energía cuando éste pasa un tope. Con los monumentos históricos sucede igual. Su capacidad de deformación dada por las características de sus materiales (mortero de cal, grietas, oquedades, etcétera) les

ayuda a disipar el impacto de un sismo. Esto, aunado a las condiciones del suelo de la ciudad de México, ha permitido que ese tipo de estructuras sean menos vulnerables a la actividad sísmica. Cuando ha habido sismos de gran intensidad en el DF, algunos de esos monumentos han sufrido algunos daños, pero éstos han sido por falta de mantenimiento o por los hundimientos del suelo.

**"No hay dos estructuras iguales. Debido a su geometría, sus materiales y su ubicación geográfica, cada una responde de modo distinto ante la ocurrencia de un sismo"**

**MARCOS MAURICIO CHÁVEZ CANO**  
Investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM

### Mayores daños en Puebla

¿Por qué, entonces, ante un sismo, en Puebla se dañan más los monumentos históricos que las estructuras convencionales? Por la clase de sismos que ocurren en ese estado y por la arquitectura predominante de sus templos e iglesias, los cuales suelen ser más altos que, por ejemplo, los del estado de Oaxaca.

"En principio, la actividad sísmica en Puebla no es tan intensa como en otros estados, lo cual favoreció durante la época colonial la construcción de templos altos con muros y contrafuertes delgados y torres esbeltas. En cambio, la actividad sísmica sí es intensa en Oaxaca. Por eso, muchos templos sufrieron severos daños desde su etapa constructiva, lo que hizo que se construyeran en ese estado templos más robustos y de menor altura", explica Chávez Cano.

Sin embargo, los sismos en Puebla (de falla normal; por el tipo de rotura de placas generan movimientos más intensos) tienden a causar más daños en las estructuras más rígidas (como lo son los monumentos históricos), a pesar de que éstas tienen una mayor capacidad de disipación de energía que las estructuras convencionales.

A esto hay que agregar que muchos de los daños ocasionados en esas estructuras por los sismos de 1999 fueron consecuencia de los efectos acumulados de otros sismos.

### Mesa vibradora

Chávez Cano y sus colegas trabajan con modelos numéricos para predecir el comportamiento sísmico de este tipo de estructuras. También han sometido un templo construido a escala a la acción de diferentes sismos en una mesa vibradora.

Los modelos numéricos se realizan a partir de modelos de elemento finito que contienen toda la geometría de la estructura y una ley constitutiva que describe el comportamiento de los materiales y los sismos que se aplicarán.

"Estos modelos se procesan en programas de cómputo que permiten evaluar paso a paso el efecto de los sismos en una estructura. Con estos análisis podemos estimar cómo se deforma dicha estructura y visualizar en qué partes se van a presentar los posibles daños."

Con los resultados obtenidos en la mesa vibradora (desplazamientos, aceleraciones, daños) se han calibrado estos modelos numéricos, lo cual ha abierto la posibilidad de aplicar este método en otras iglesias similares y evaluar algunas técnicas de reforzamiento tanto en torres como en bóvedas.

"Este es el objetivo del grupo de investigación de Monumentos Históricos del Instituto de Ingeniería de la UNAM: entender los problemas de este tipo de estructuras para tratar de solucionarlos y preservar el patrimonio histórico de México lo más que se pueda en las mejores condiciones", finaliza el investigador. ●

# Encuentro regional de la plataforma Coursera

## ROBERTO GUTIÉRREZ ALCALÁ

En 2011, Andrew Ng y Daphne Koller, académicos de la Universidad de Stanford, Estados Unidos, pusieron en marcha la plataforma de educación virtual gratuita Coursera, la cual brinda una oferta de educación masiva, con cursos de temas variados a nivel universitario en inglés, español, francés, italiano y chino, entre otros idiomas.

Con el fin de debatir y dar forma al futuro de Coursera en Iberoamérica, se llevó a cabo en el Tecnológico de Monterrey, *campus* Ciudad de México, un encuentro en el que participaron integrantes de la mencionada plataforma (incluida Daphne Koller, su co-fundadora y presidenta), así como académicos y especialistas de diferentes instituciones de educación superior de esa región lingüística, como la Universidad

Nacional Autónoma de México, el Tecnológico de Monterrey, la Universidad de los Andes, Colombia, y la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Los Cursos Abiertos Masivos en Línea (*Massive Open Online Course* o MOOC, por sus siglas en inglés) son producto de una innovación educativa que está proporcionando a la gente una serie de posibilidades que nunca se pensó que fueran posibles.

La UNAM, a través de su Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia (SUAYED), ha dado, en los últimos ocho años, grandes pasos hacia la consolidación de la oferta educativa y las modalidades no presenciales.

En el SUAYED converge el trabajo de diversas dependencias y entidades académicas que, enmarcadas en ejes multidisciplinarios, representan un entorno especialmente propicio para



La UNAM ofreció este año 20 MOOC (Cursos Abiertos Masivos en Línea) en español a 211 mil 255 personas de distintos países.

ampliar el acceso a la educación y así contribuir a la disminución del rezago educativo. Los programas de bachillerato, licenciatura y posgrado de la UNAM en estas modalidades benefician actualmente a más de 45 mil estudiantes.

En 2013, al inicio de su colaboración con Coursera, la UNAM ofreció tres MOOC en español a 96 mil 176 personas de distintos países; en 2014, 4 a 96 mil 220, y en 2015, 20 a 211 mil 255.

Este crecimiento sostenido ha traído como consecuencia una mayor visibi-

lidad de la UNAM en el ámbito mundial, la generación de un impacto social positivo, un incremento en el número de académicos interesados en producir MOOC, la ampliación del acceso de la oferta de esta casa de estudios a poblaciones de varios continentes y el inicio de proyectos de investigación a partir de los resultados de los MOOC.

En el marco de este encuentro, Rodolfo Tuirán, subsecretario de Educación Media Superior de la Secretaría de Educación Pública, dictó una conferencia en el Anfiteatro Simón Bolívar del Antiguo Colegio de San Ildefonso, en la que sostuvo que la educación superior en México tiene una matrícula de tres millones y medio de estudiantes; y la educación media superior, una de cinco millones.

"En América Latina, por lo que se refiere a la matrícula de la educación media superior, ha habido un incremento considerable en los últimos años, en buena medida porque muchos países se propusieron impulsar este nivel educativo. México ya se planteó como meta alcanzar su cobertura universal a más tardar en el año 2021", agregó. ●