

# NEUTR N

CIENCIA Y UN POCO MÁS



**Supervolcanes:**  
¿Puede entrar en erupción uno en la actualidad?



**Sismos y terremotos:**  
El mito de que la tierra tiembla en septiembre



**George Church, Ben Mezrich, genetistas** y los avances por revivir un mamut



## LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

Todos quienes formamos parte de la sociedad podemos contribuir en algún eslabón de la cadena de valor y el desarrollo tecnológico.

¡Regresamos con todo este  
este 2021!

# NEUTRÓN

CIENCIA Y UN POCO MÁS

En Neutrón seguimos el ritmo de la ciudad y de nuestra gente que crece y se desarrolla a gran paso, crecemos y nos fortalecemos para darle un nuevo espacio a nuestros lectores, un espacio donde puedan verse y les permita identificarse con nuestro concepto que parte de gente que inspira, que inspira a crecer, a trabajar, a ayudar, a soñar, a crear y a triunfar, para darnos la certeza de que cada paso que damos y cada movimiento que hacemos fluye e influye para lograr buenos frutos.

Hoy les damos la bienvenida a este nuevo año y los invitamos a ser partícipes y cómplices, pero más aún, a ser los protagonistas de estas páginas, a ser esa gente que con su trabajo y su quehacer diario inspira a nuevos escenarios.

México es semillero de talento, que siempre ha destacado en diversos rubros, en biología, química, matemáticas, en el ámbito empresarial y en el ambiente artístico, a ellos brindaremos reconocimiento en nuestro contenido, pero también a los que aún permanecen en el anonimato y que logran traspasar las fronteras para poner en alto el nombre de México.

Queremos ser portadores de buenas noticias, ofreciendo una nueva plataforma para quienes quieran expandir su voz y su mensaje, y juntos congratularnos de los buenos momentos, de los días de fiesta y de los avances en la ciencia bien logrados después de un largo día de trabajo, por ello es que contaremos una vez más con la sección de "para ver en casa", secciones donde el gozo y la alegría van siempre de protagonistas.

Agradecemos que nos acompañen en este nuevo año, esta nueva aventura, en especial a nuestros socios y lectores de todo el país que nos leen día con día, y agradecemos también a nuestros anunciantes, a quienes ofrecemos estar en el lugar indicado para llegar a las manos de nuevos clientes, con la información precisa y un diseño de calidad; somos y seremos el medio que lleve sus productos y servicios a las personas que esperan por ellos. Nuestras herramientas: información verídica, atractiva y actual, información de interés para usted de manera mensual. Hoy comenzamos con la búsqueda de gente que cambia el mundo.

**Aquí vamos... ¡bienvenidos!**



UN SALTO A LA NATURALEZA



LO MÁS IMPORTANTE



ENTREVISTA

## NEUTRÓN

CIENCIA Y UN POCO MÁS

### CONTENIDOS

Año 2/ agosto 2021/ número 12  
Coordinación Editorial  
Oscar García

Editor  
Andrés Galicia

Revista de publicación quincenal  
Editada y Distribuida por:  
DICLAB A.C.

Domicilio de la publicación  
Zacatecas 206-401, Col. Roma,  
06700, Ciudad de México

RESÚMEN QUINCENAL.....	4
PARA VER EN CASA.....	5
CONECTA-T .....	6
ENTREVISTA .....	8
CIENCIA A DOMICILIO .....	14
LO MÁS IMPORTANTE.....	20
HABLEMOS DE .....	24
UN SALTO A LA NATURALEZA.....	30



HABLEMOS DE



CIENCIA A DOMICILIO



PARA VER EN CASA

## RESUMEN QUINCENAL

### Genética

#### UN GRUPO DE GENETISTAS PLANEA RESUCITAR AL MAMUT LANUDO EN UNOS TRES AÑOS

En este sentido, genetistas dirigidos por George Church, de la Facultad de Medicina de Harvard, pretenden devolver a la vida al mamut lanudo, que desapareció hace 4.000 años, imaginando un futuro en el que el gigante con colmillos de la Edad de Hielo sea devuelto a su hábitat natural. En concreto, Church busca modificar los genes implicados en la adaptación al frío de la sangre, el pelaje y la grasa corporal. La técnica consiste en aplicar las herramientas de edición genética CRISPR al ADN de células de la piel de elefantes asiáticos, para después transformar estas en células madre con capacidad de generar un embrión. El genetista de la Universidad de Harvard George Church vaticinaba en 2017 que en dos años habría conseguido embriones de elefante genéticamente modificados para asemejarse a los del mamut lanudo. La resurrección de estos icónicos gigantes de la Edad del Hielo es el gancho más popular del concepto de la desextinción de especies, la posibilidad de devolver a la vida animales desaparecidos.



En concreto, Church busca modificar los genes implicados en la adaptación al frío de la sangre, el pelaje y la grasa corporal.

### Astronomía

#### RUSIA ULTIMA EL LANZAMIENTO DE LA MISIÓN QUE RODARÁ LA PRIMERA PELÍCULA EN EL ESPACIO

Rusia quiere vencer también en la carrera espacial cinematográfica. Un pequeño equipo formado por una conocida actriz rusa, un renombrado cineasta y un veterano cosmonauta ultiman los preparativos para viajar el próximo 5 de octubre a la Estación Espacial Internacional (ISS, en sus siglas en inglés), donde grabarán El desafío, el primer filme rodado en el espacio. Seis décadas después de que el soviético Yuri Gagarin se convirtiese en la primera persona en orbitar la tierra y superar así a Estados Unidos en plena Guerra Fría, Moscú acelera para adelantarse al proyecto estadounidense en el que aún trabajan Tom Cruise y el director Doug Liman, en colaboración con la NASA y SpaceX.

La película, que contará la historia de una cirujana que debe viajar al espacio para tratar de salvar la vida de un astronauta enfermo que no puede regresar a la Tierra, llega precedida de una cuidada sincronización y una trabajada campaña de publicidad. Para Kornienko, la película está algo lejos de los proyectos científicos en los que él ha participado: "Es un tema cultural. Si hacen una buena película sobre la ISS, sobre el espacio, no solo una ficción, despertaría aún más el interés sobre el cosmos de la ciudadanía".



Roscosmos prevé que el viaje a la Estación Espacial de un equipo formado por una actriz, un conocido cineasta y un cosmonauta se inicie el 5 de octubre.

### Física

#### DESPEGALA 'CREW DRAGON' CON EL PRIMER VUELO TRIPULADO SOLO POR TURISTAS ESPACIALES "COMO USTED Y COMO YO"

La "histórica" misión Inspiration4 de la compañía privada estadounidense SpaceX, que puso hoy por primera vez en el espacio a cuatro civiles, allanó el camino espacial para aquellos que no son astronautas profesionales. Una cápsula Dragon de la compañía de Elon Musk despegó exitosamente este miércoles desde Cabo Cañaveral (Florida) con la primera tripulación totalmente civil, compuesta de dos mujeres y dos hombres, para orbitar la Tierra durante tres días. Sin astronautas de por medio, la "histórica" misión busca que en un futuro "el espacio sea más accesible para todos los que deseen ir", expresó Gwynne Shotwell, presidenta de SpaceX tras el hito espacial. Esta misión de personas comunes y corrientes, pero caritativas, pues todas se sumaron a la recaudación de fondos para un hospital infantil, partió el miércoles de Florida a las 20.02 (2:02 de la madrugada del jueves en España) como estaba previsto.

## PARA VER EN CASA

Cuando la tristemente célebre falla de San Andrés finalmente cede y provoca un terremoto de 9 grados en California, un piloto de helicóptero de búsqueda y rescate (Dwayne Johnson) y su ex mujer (Carla Gugino) vuelven juntos de Los Ángeles a San Francisco para salvar a su única hija. Pero su peligroso viaje hacia el norte es solo el comienzo; cuando creen que ya pasó lo peor... lo peor recién está comenzando. A lo largo de la película veremos como la rascacielos que se desmoronan, parkings que se hunden, autopistas llenas de socavones, coches que vuelan por los aires entre otras sorpresas. Sin duda una película palomera, para un fin de semana lleno de acción.

## TERREMOTO



## GODZILLA VS KONG



PUEDES VER EN YOUTUBE



En un mundo nuevo donde el hombre y el monstruo ahora coexisten, Monarch debe liderar el camino hacia un futuro próspero junto a los Titanes, manteniendo a la humanidad bajo control. Sin embargo, las facciones rivales que quieren manipular a los Titanes para la guerra, comienzan a aparecer bajo la apariencia de una conspiración nefasta, amenazando con acabar con toda la vida en el planeta. En Godzilla vs Kong, los dos legendarios seres lucharán por ver quien es el rey de los monstruos. Una batalla que arrasará con todo a su paso. Que además culminará el monstruoverso que se inició en 2014. Así pues, tuvimos que llegar hasta 2021 para finalmente poder disfrutar esta película.

El documental es un abordaje a la vida de la Dra. Jane Goodall (Londres, 1934) quien desde pequeña sintió una gran atracción por los animales. A los 23 años, sin haber ido a la universidad, empieza a trabajar en Kenia como secretaria del reconocido antropólogo Louis Leakey. Él, en 1960 la envía a Tanzania, al Parque Nacional Gombe, para estudiar a los chimpancés en su ambiente natural. Son los primeros años de su investigación de campo. En la narración se combinan el relato de la Dra. Goodall, en el hoy, con las imágenes inéditas que en 1962 captó Hugo Van Lawik.

## JANE



**PROYECTO BROOKLYN**

Completando los anuncios de sus nuevos portátiles Blade, Razer nos ha querido sorprender una vez más con sus nuevas propuestas y productos en fase de desarrollo como la «Project Brooklyn», una combinación de silla gaming con battlestation. Sin embargo, a simple vista, apenas destacan unos acabados mate con puntos de iluminación RGB. Y es que su verdadero atractivo está mucho más allá, ya que lejos de ser una simple silla gaming, podremos transformarla fácilmente en una estación de juego totalmente inmersiva, con una pantalla OLED panorámica flexible de 60 pulgadas, una retroalimentación háptica integrada en el asiento, y unos reposabrazos 4D los cuales podremos desplegar para crear una pequeña mesa. Tanto la pantalla como la mesa descansan dentro de la silla, invisibles y apartadas cuando no están en uso. La pantalla se desliza hacia arriba y hacia afuera desde el respaldo de la silla, sobre la parte superior del jugador en la silla, y se despliega. Para más información o seguimiento, actualmente la marca ha habilitado una web propia para la Project Brooklyn.



**PROYECTO HAZEL**

Project Hazel y en apariencia nos encontramos con una mascarilla N95 que presume dos filtros activos para filtrar el aire entrante y saliente, para evitar el contagio limpiando todo el aire que entra y sale de la mascarilla. El primer añadido importante es que la parte frontal de la mascarilla es transparente para que las personas puedan ver por completo el movimiento de la boca. Razer menciona que este añadido fue creado para apoyar a las personas que tengan algún problema auditivo para poder leer los labios. La novedad más importante vendrá con la tecnología “Razer Voicemap”, incluyendo un micrófono en la parte interna de la mascarilla y dos altavoces en la parte externa que utilizarán un algoritmo para que la voz suene como si la persona no tuviera mascarilla. Pa finalizar, las mascarillas vendrán con un estuche especial que tiene dos funciones, la primera es cargar el dispositivo de manera inalámbrica, pero la más interesante es que también podrá esterilizar el cubrebocas.



**Pensando en tu seguridad,  
nuestra expo tendrá una  
nueva fecha...**

**EXPO MATERIAL PARA LABORATORIO 2022**

**Los mejores y más importantes  
proveedores de material  
para TU laboratorio**

**Para más información, visita:**  
**www.expomaterialparalaboratorio.com**  
**55 5564 7310**  
**expo@diclab.com.mx**



# *Ben Mezrich*

*Los avances por revivir  
un mamut*

El nuevo libro de Ben Mezrich, *Woolly: The True Story of the Quest to Revive one of History's Most Iconic Extinct Creatures* (Mamut: la verdadera historia de misión para revivir a una de las criaturas extintas más icónicas de la historia), narra los esfuerzos del experto de genómica de la Universidad de Harvard (EEUU) Geroge Church para modificar genéticamente células de elefante con ADN extraído de mamuts congelados.



**“Recuerde: Sólo es ciencia ficción hasta que quitemos la ficción. Entonces será ciencia real”.**

En Parque Jurásico se planteaba un futuro en el que era posible resucitar a los dinosaurios. Pero ahora la ficción se ha convertido en realidad: los genetistas intentan resucitar al mamut lanudo.

Estos herbívoros de la Edad de Hielo, cuyo pariente vivo más cercano es el elefante asiático, vivieron en varios continentes del hemisferio norte y tenían un pelaje denso que les protegía contra el frío extremo. Estos peludos animales se extinguieron hace unos 4.000 años, pero la revolución actual en el campo de la genética —que intenta combatir el envejecimiento, erradicar enfermedades e incluso permitir a los padres crear «bebés diseñados»— podría cambiar su situación.

En su nuevo libro, Woolly: The

True Story Of The Quest To Revive One Of History's Most Iconic Extinct Species, Ben Mezrich va del laboratorio a la estepa siberiana a medida que los científicos exploran las posibilidades de revivir al mamut lanudo y traerlo de vuelta a su tierra natal, y con él recuperar ecosistemas amenazados.

Mezrich ha concedido una entrevista telefónica a National Geographic desde su casa en Boston y nos ha explicado por qué algunas personas piensan que los mamuts lanudos podrían ayudar a luchar contra el cambio climático, así como las preocupaciones éticas tras esta enorme ambición.

La idea de resucitar a un mamut lanudo suena como algo sacado de una novela de Michael Crichton. ¿Va a ocurrir realmente? ¿Y cuáles serán las dimensiones de esta revolución científica?

Sí, la verdad es que parece una historia de Michael Crichton [Se ríe]. ¡Pero es cierto! Las cosas que

describía en Parque Jurásico son ahora posibles científicamente. En la actualidad tenemos herramientas genéticas, específicamente el sistema CRISPR, toda una revolución en la ciencia de la ingeniería genética. Nos permite reemplazar genes individuales que codifican características específicas en el genoma de criaturas vivas.

Eso es lo que hacen en el Woolly Mammoth Project. Solíamos leer el ADN. Ahora hemos llegado a un punto en el que podemos escribirlo. El mundo en el que vivimos va a ser un lugar diferente dentro de 30 años debido a lo que está ocurriendo en los laboratorios ahora. La gente habla sobre diferentes tipos de tecnología como Internet, la inteligencia artificial o la robótica. Pero yo creo que todo ello va a verse empujado por lo que está pasando en el campo de la biología.

Una vez podamos «refabricar» los genes, construir los bloques de la vida, quién sabe hasta dónde podremos llegar.

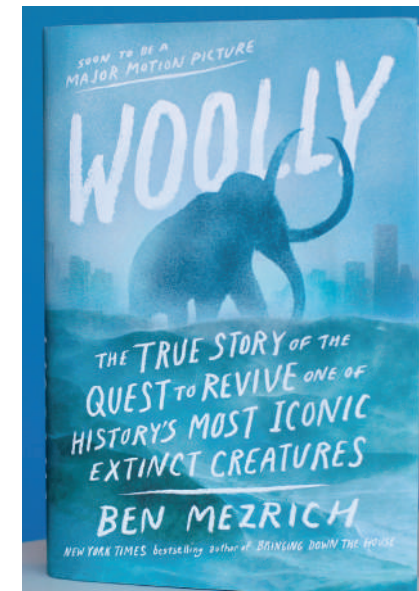
La fuerza motriz tras el esfuerzo estadounidense por crear un mamut lanudo es un enorme y barbudo científico llamado George Church. Descríbenos a este personaje y el proyecto que está dirigiendo.

Definitivamente es un personaje salido de una película de Hollywood. Mide 2 metros y tiene una barba enorme y un halo de pelo blanco, el aspecto con el que imaginarías a Dios [Se ríe]. Creció en los pantanos de las afueras de Tampa, en Florida, criado por una madre soltera. Con 12 años, George empezó a pensar que era alguien que había llegado del futuro, que ahora estaba viviendo en el pasado y que su trabajo era convertir el mundo en el mismo mundo del que había venido.

Es como el Einstein de hoy en día. Fue el científico más joven del Proyecto Genoma Humano, donde creó formas más rápidas de secuenciar genomas humanos y leer los genes.

El otro polo de esta iniciativa es la estepa siberiana. Háblanos del equipo de padre e hijo, Sergei y Nikita Zimov, y de la idea tras el Parque Pleistoceno.

La gran pregunta es: ¿por qué revivir al mamut lanudo? La respuesta se encuentra en Rusia. Las llanuras o estepas siberianas son vastos tramos de tierra compuesta de permafrost, [que ha perdido gran parte de sus poblaciones de animales]. No solía ser así. Y el problema es que la tundra es una bomba de relojería en marcha. [Atrapado] dentro del permafrost [hay] más carbono del que habría si quemásemos tres veces todos los bosques de la Tierra.



El nuevo libro de Ben Mezrich narra los esfuerzos del experto de genómica de la Universidad de Harvard (EEUU) George Church para modificar genéticamente células de elefante con ADN extraído de mamuts congelados.

A medida que el mundo se calienta, estamos acercándonos cada vez más al punto en el que [el permafrost se derretirá] y esta bomba explotará.

Sergei y su hijo Nikita han llevado a cabo un experimento desde la década de 1980, cuando acordonaron una zona de la tundra y reintrodujeron animales del Pleistoceno como renos, bisontes y caballos yakutos. También introdujeron un tanque ruso que imitase a un mamut. Lo que han descubierto es que se puede reducir la temperatura del permafrost en hasta 15 grados [Fahrenheit] simplemente con la reintroducción de estos animales. Eso se debe a que los grandes herbívoros potencian el crecimiento de los pastizales de estepa, que a su vez tienen un gran efecto albedo. Estos pastizales de colores claros suelen reflejar la luz solar hacia la atmósfera como si fueran espejos, reduciendo el calor que se absorbe en

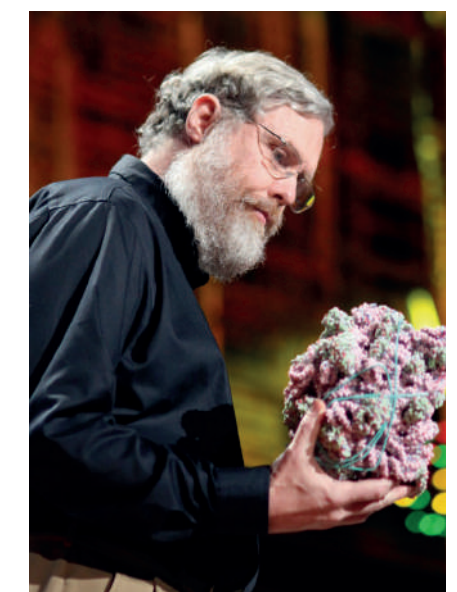
la Tierra y minimizando así las temperaturas, así como reduciendo el derretimiento del permafrost.

Me sorprendió saber que hay suficientes mamuts lanudos en el permafrost de Siberia para servir como suministro al comercio de marfil. Háblanos del pueblo indígena de los yakutos.

Los mamuts lanudos están apareciendo todo el tiempo a medida que el permafrost se derrite lentamente. Los colmillos, [con fines decorativos], valen unos 250.000 dólares [unos 219.000 euros] cada uno. Por eso existe un comercio masivo de marfil de mamut, especialmente en China, y es legal porque no se trata de una especie en peligro de extinción. Es una especie extinta. Recogerlos es una tarea difícil. [Los yakutos] cruzan en barco el agua helada para llegar a estas diminutas islas donde abundan los cadáveres de mamut y excavan para extraer los colmillos. Pero pueden abastecer



Unos científicos se reúnen en torno a unos restos de un mamut lanudo. Los genomas de varios de los mamíferos extintos han sido secuenciados.



El genetista Maverick George Church, de la Universidad de Harvard, ha anunciado que cree que está a solo dos años de crear un embrión híbrido de mamut lanudo. El objetivo final es convertir un embrión de mamut en un feto y llevarlo a término.

las necesidades de toda una aldea de yakutos durante un año si encuentran uno.

Danos una explicación para legos sobre los desafíos científicos que implica la creación de un mamut lanudo y sobre cuándo podría ocurrir.

La ciencia mola mucho. Primero, necesitas secuenciar un mamut prehistórico. Los cadáveres congelados se extraen del hielo, tomas una muestra y secuencias el genoma. Una vez que tienes la secuencia, conoces el genoma del mamut, así que eliges las características importantes, las que hacen que un mamut sea un mamut.

El noventa por ciento de su genoma es similar al del elefante asiático, así que el laboratorio de Church cree que si un mamut lanudo se aparease con un elefante asiático, serían capaces de tener un bebé. A diferencia de Parque Jurásico, no estarías clonando un mamut lanudo. La materia de los cadáveres se ha ido degradando entre 3.000 y 12.000 años debido a la radiación y a las malas condiciones.

En su lugar, sintetizas los genes, los colocas en el embrión de un elefante asiático, pones el embrión dentro de una elefanta asiática y esta elefanta da a luz a un mamut lanudo. El laboratorio de Church también está trabajando en un útero sintético. El objetivo es tener el primer bebé en unos dos o tres años.

La idea de crear nuevas formas de vida en laboratorios podría parecerles a algunos una ciencia digna de Frankenstein o un intento de jugar a ser Dios. ¿Cuáles son los problemas

éticos y biológicos?

Buena pregunta. Tienes que pensar a lo grande en estas cosas antes de hacerlas, porque la ciencia puede ir un paso por delante respecto a la ética. En este caso, considero que —y creo que la mayoría de conservacionistas estarían de acuerdo— traer de vuelta a una especie extinta como el mamut no es tanto jugar a ser Dios como corregir algo que hicimos. Y los científicos juegan a ser Dios a diario. Cuando intentas curar el cáncer o erradicar la malaria, estás tomando decisiones sobre la vida de una forma muy importante.

Lo que da más miedo es que no hay un organismo de supervisión real. Hay laboratorios de todo el mundo haciendo cosas como esta. La mayoría de los científicos piensan que se necesita supervisión, ya sea desde la propia comunidad o desde el gobierno. Es difícil porque hay muchos países implicados.

Una de las sorpresas hacia el final del libro tiene lugar cuando un equipo ruso-coreano encuentra un mamut congelado con sangre en sus venas. ¿Es eso verdad? ¿Y en qué se diferencia su plan del de los estadounidenses?

La compañía coreana Sooam Biotech fue fundada por un científico desacreditado por afirmar falsamente que había clonado células humanas. Se reinventó creando esta empresa que clona perros. También está intentando resucitar al mamut lanudo. Su objetivo es conseguir una muestra de materia de mamut en un estado lo suficientemente bueno como para clonarlo. Otros científicos

opinan que es imposible. Pero supuestamente un equipo ruso con el que colaboran ha descubierto un mamut lanudo medio sumergido en hielo que estaba ultracongelado y que estaba en unas condiciones tan buenas que al sacarlo encontraron sangre en estado líquido.

Es difícil verificar si eso es cierto o no. El material ha sido escondido en una cámara acorazada secreta en una universidad rusa. Si este material existe y si este mamut se encuentra en condiciones tan impresionantes que tiene sangre líquida, quizá se podría clonar su materia y «construir» un mamut. George y su equipo creen que esto no es posible.

Pero, ¿quién sabe?

Una película

El libro de Mezrich saldrá a la venta mañana, pero incluso antes de que lo hubiera terminado, ya había vendido los derechos de la película a la Fox. El director encargado de convertir la historia en un thriller es Oscar Sharp, quien según Church podría disponer de un presupuesto de unos 70 millones de euros, es decir, unas 80 veces el presupuesto del proyecto real de mamut.

Según Brand y una persona de la industria cinematográfica, Sharp pasado algún tiempo en el laboratorio de Church conociendo a sus protagonistas: Church, de barba gris, y su alumna estrella, Luhan Yang, que llegó a Boston (EEUU) procedente de una zona rural de China y que lideró inicialmente el equipo de mamut.

Sharp quiere retratar los éxitos

y los fracasos de la ciencia: los grandes saltos conceptuales, las nuevas herramientas y el laborioso y detallado trabajo que se necesita para convertir las teorías en realidades. Pero francamente, no está claro cuánto tiempo dedica el laboratorio de Church al proyecto del mamut. A pesar de la gran atención mediática, es una iniciativa poco prioritaria que, como mucho, avanza a trompicones. No hay un solo artículo científico que explique los progresos hasta la fecha.

En realidad, el proyecto es más bien una declaración de intenciones que un proyecto real, una manera de decir: “Este es el tipo de cosas que podríamos hacer, si quisiéramos”.

De hecho, Yang pasa la mayor parte de su tiempo a los mandos de una empresa que intenta modificar cerdos genéticamente. En este caso, en lugar de células de elefante “mamutizadas”, la idea consiste en humanizar los órganos de los cerdos para que puedan ser utilizados en trasplantes. Y esta idea vale dinero real. Su start-up de xenotrasplantes, eGenesis, recaudó más de 33 millones de euros en marzo.

Multimillonario norteamericano financia experimentos para revivir mamuts

Peter Thiel, uno de los fundadores de la exitosa compañía dedicada a pagos online Paypal, invirtió 100 mil dólares para estudiar la posibilidad de resucitar mamuts, los extintos paquidermos que poblaron el planeta hasta hace 3.700 años.

El multimillonario donó la

cuantiosa suma al profesor de la Universidad de Harvard, EE.UU., George Church, dedicado a la investigación genética.

Los científicos se proponen extraer ADN de mamuts congelados y utilizarlo para modificar genéticamente la estructura celular de elefantes. La transacción ocurrió en 2015, cuando Thiel le propuso al profesor Church financiar el “proyecto más loco que existiera”.

Hasta el momento, los investigadores han logrado hacer crecer piel de mamut en un ratón modificado genéticamente, aunque los resultados del experimento aún no han sido publicados.

La técnica que piensa usar Church para esta tarea la describe muy bien el autor Ben Mezrich: “Solíamos leer el ADN. Ahora hemos llegado a un punto en el que podemos escribirlo”. Se refiere a la técnica CRISPR, que

permite hacer modificaciones genéticas a mínima escala. Dado que las muestras con las que han trabajado hasta ahora no están en el mejor estado, lo que Church pretende es obtener el genoma del mamut para posteriormente modificar los genes de células del elefante y hacerlas lo más parecidas posibles al genoma del mamut: Básicamente se trata de reprogramarlas.

Una vez hecho esto en una célula embrionaria, sencillamente la insertas en el útero de una elefanta, y esperas... Aunque también está considerando diseñar un útero artificial, porque entre otras cosas, no se sabe cómo reaccionaría la madre al ver que dio a luz algo ligeramente inesperado...

Church espera que antes de 2 años pueda tener ya listos los embriones, y pasar a la fase siguiente: Así que nos esperan cosas interesantes para la próxima década.



En cuanto a por qué querríamos traer de vuelta al mamut lanudo, Church dice que la medida podría asegurar un futuro alternativo para el elefante asiático en peligro de extinción y también podría ayudar a combatir el calentamiento global. “Evitan que la tundra se descongele atravesando la nieve y permitiendo que entre aire frío”, dice Church.

## Uso adecuado del laboratorio clínico: necesidad y tendencias

El aumento de la utilización de los servicios de laboratorio, con una tasa de crecimiento anual del 6,15%, es motivo de preocupación para los servicios de salud con un gasto sanitario cada vez mayor y unos recursos limitados. Para algunos el aumento de costes requiere un mayor control y contención, si bien esta perspectiva olvida el valor que aporta el laboratorio clínico. Sabemos que asimismo hay una demanda inadecuada que genera un uso excesivo del laboratorio, lo que iría precisamente en la dirección contraria a la creación de valor. Las solicitudes de análisis innecesarios hacen que los costes aumenten sin que los

resultados en salud mejoren, por ello las organizaciones sanitarias se plantean como objetivo el uso eficiente del laboratorio.

También se sabe que hay una gran variabilidad en la utilización del laboratorio entre países, entre regiones de un mismo país y entre los mismos clínicos. Estas variaciones reducen el coste-efectividad.

Para adecuar la demanda a las necesidades clínicas y evitar el uso inapropiado, es imprescindible que los profesionales de la clínica y los laboratorios trabajen conjuntamente.

En la actualidad se

recomienda una mejora en la selección de magnitudes, que las solicitudes se realicen guiadas por algoritmos elaborados siguiendo los criterios de la medicina basada en la evidencia (MBE). Por otra parte, es imprescindible la evaluación y valoración rigurosas y críticas de las nuevas ofertas antes de que se incorporen a la cartera de servicios, la eliminación de técnicas obsoletas y de paneles fijados sin criterios clínicos y, en especial, evitar peticiones redundantes y repeticiones innecesarias.

El laboratorio clínico tiene como objetivo principal contribuir al diagnóstico, pronóstico y seguimiento

de la evolución de una enfermedad a través del análisis de muestras biológicas. Debe asegurar que la información producida satisfaga las necesidades de los usuarios médicos y pacientes, y es muy importante conocer la aplicación que se va a dar a los datos analíticos, y colaborar en la interpretación del informe para ayudar a la decisión clínica, dando a la vez mejor uso a los recursos económicos disponibles.

Cada vez más, gestores y profesionales del laboratorio están de acuerdo en que se hace un uso excesivo, por inadecuado o innecesario, del laboratorio. Únicamente debería solicitarse una prueba diagnóstica (para cribado o diagnóstico) en los casos en que su resultado pudiera alterar el tratamiento del paciente. El clínico, antes de tomar una decisión, establece una

hipótesis diagnóstica sobre la base de los datos que obtiene de la exploración física y la historia clínica y, posteriormente, puede precisar de una prueba diagnóstica que le aportará información para confirmar el hipotético diagnóstico.

Las pruebas diagnósticas son herramientas de ayuda a la decisión clínica. Su uso se dice que es "adecuado o apropiado" si el resultado responde a la pregunta que el clínico se había hecho antes de su solicitud y, si al mismo tiempo, le sirve para decidir alguna acción terapéutica que beneficie al paciente.

Por tanto, se considera como uso inapropiado la solicitud de magnitudes que aportan información escasa o nula para la decisión clínica, o la omisión de otras cuyo resultado sería relevante para el proceso en cuestión.

También puede considerarse como apropiada una prueba diagnóstica, si su uso conlleva beneficios económicos sin menoscabo de los beneficios en salud para el paciente.

Las pruebas de laboratorio son pruebas diagnósticas a las que generalmente se puede acceder con facilidad y rapidez, y con un coste unitario normalmente mucho menor que el de las radiológicas u otras exploraciones más sofisticadas.

La elección de una prueba diagnóstica se hace en función de:

- A. El fin para que se aplique: detección, confirmación o exclusión y monitorización.
- B. Su capacidad para diagnosticar una determinada patología, que está condicionada por:



También se sabe que hay una gran variabilidad en la utilización del laboratorio entre países, entre regiones de un mismo país y entre los mismos clínicos. Estas variaciones reducen el coste-efectividad.



El aumento de la utilización de los servicios de laboratorio, con una tasa de crecimiento anual del 6,15%, es motivo de preocupación para los servicios de salud con un gasto sanitario cada vez mayor y unos recursos limitados

– La sensibilidad y especificidad propias de la prueba.

– Los valores de predicción positivos y negativos dependen de la probabilidad de tener la enfermedad previa al examen.

C. El riesgo que supone su realización o los efectos indeseables: iatrogenia por radiación, intoxicación, etc.

D. El coste de oportunidad que se puede traducir en pesos.

Estrategias para mejorar el uso del laboratorio clínico

A lo largo de los años se han propuesto múltiples estrategias para promover un uso racional del laboratorio. Del amplio abanico, parecen ser poco rentables acciones como: racionalizar la demanda limitando el número de pruebas que pueden

solicitarse; informar a los médicos de las cargas de trabajo o costes generados; dar incentivos económicos a los clínicos, y penalizar o compartir riesgos clínicos y laboratorio. En general en este grupo estarían todas las encaminadas a concienciar a los clínicos de los costes generados en el laboratorio.

En cambio el rediseño de los formularios de petición, la formación continuada de los médicos y la demanda guiada por protocolos o guías, han tenido una clara utilidad.

Un problema frecuente es conseguir resultados duraderos, porque generalmente cuando cesa la intervención vuelve a aumentar la demanda.

Las estrategias multifactoriales, las que combinan varias intervenciones son, sin lugar a dudas, las más exitosas.

No hay duda alguna que el tipo de formulario de petición afecta directamente a la demanda. Añadir o quitar una magnitud o un panel tiene un efecto inmediato sobre el número de solicitudes, lo mismo que obligar a justificar pedir ciertas magnitudes, como por ejemplo las que se envían a laboratorios externos, o limitar por niveles el acceso a determinadas pruebas (residentes, primaria).

Las estrategias educativas han demostrado ser efectivas en modificar las conductas de petición, pero para que sean duraderas se requiere un constante intercambio de información con los clínicos.

Otra herramienta efectiva ha sido la incorporación de protocolos de petición. Consiste en planes acordados, escritos y detallados, para una actuación médica analítica

que se elabora en consenso con los clínicos siguiendo la metodología de la MBE y guías de práctica clínica (GPC). Explicitan normas de actuación y emplean algoritmos de decisión con pruebas encadenadas, ayudando a decidir de forma más efectiva y eficiente.

Para que los protocolos se utilicen y tengan un efecto real sobre los costes deben ser sencillos, fáciles de recordar por los clínicos y fáciles de aplicar en el laboratorio, deben incluir pocas reglas o, lo que es lo mismo, desarrollarse en pocos pasos. Una limitación para el uso de los protocolos, es conseguir su difusión a todos los clínicos, e incluso una vez que son conocidos y aceptados, aún es difícil conseguir cambios en los hábitos de petición; hay que crear un entorno adecuado que facilite a los clínicos adoptar los nuevos modelos y desarrollar herramientas para garantizar la permanencia de su aplicación. Para conocer el grado de cumplimiento y efectividad, los protocolos se reevalúan periódicamente, los resultados deben ser conocidos por los clínicos y, si es necesario, se decidirán las modificaciones oportunas empezando de nuevo el ciclo.

Para facilitar el desarrollo de las mencionadas tareas, aplicación de los protocolos, reevaluación y mejora, hay soluciones informáticas, un ejemplo de ellas son los sistemas expertos, que actúan como una

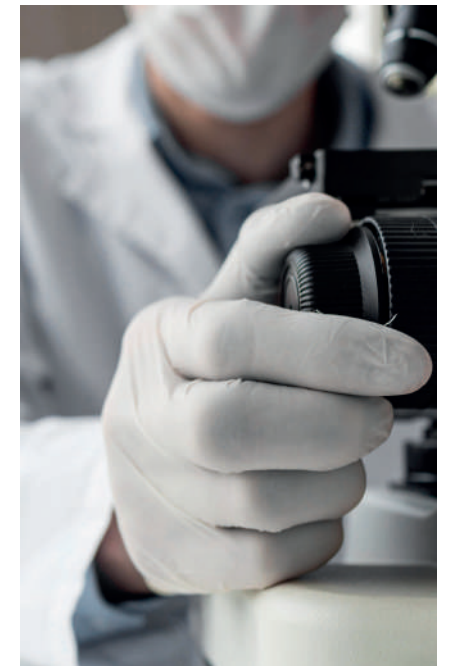
interconexión inteligente entre el clínico y el sistema de información del laboratorio, son capaces de guiar a los clínicos en el momento de realizar una petición, y combinar la información aportada por el clínico con los resultados obtenidos del laboratorio, para dar una interpretación específica o incluso pueden generar otras magnitudes que se realizará sobre la misma muestra. Con el uso de sistemas expertos se reduce el número de determinaciones, el número de muestras recogidas, el tiempo de respuesta y los costes.

Los sistemas informáticos pueden ayudar a disminuir las repeticiones y adecuar la demanda al permitir a los clínicos consultar resultados de análisis previos u obtener información acerca de la probabilidad de que la magnitud solicitada sea anormal para un paciente concreto. También, con una frecuencia cada vez mayor, los médicos pueden hacer las peticiones directamente al laboratorio desde las estaciones clínicas (physician order entry), de forma que al mismo tiempo que el médico visita al paciente puede hacer la petición, consultar resultados, solicitudes previas e incluso el catálogo del laboratorio para obtener información acerca del tipo de muestra que se necesita, el rango de normalidad, los límites de decisión, interacciones, costes, etc. En ocasiones, incluso pueden llegar a tener alertas y avisos que cuestionan las

repeticiones basándose en los resultados anteriores, diagnóstico o medicación.

Hay un uso cada vez mayor de laboratorio, puede incluso decirse que en ocasiones es excesivo porque la demanda es inapropiada, con solicitudes redundantes e innecesarias que ocasionan costes elevados que hay que frenar. Por tanto, es necesario adecuar la demanda a las necesidades clínicas, y plantear como objetivo el uso eficiente del laboratorio.

Una prueba diagnóstica es una herramienta de ayuda a la decisión clínica, y sólo debe solicitarse si su resultado va a ser útil al clínico, y le va a permitir decidir una actuación terapéutica. Sin olvidar esta premisa, hay que desarrollar



Las pruebas de laboratorio son pruebas diagnósticas a las que generalmente se puede acceder con facilidad y rapidez, y con un coste unitario normalmente mucho menor que el de las radiológicas u otras exploraciones más sofisticadas.

estrategias para mejorar el uso del laboratorio. Algunas ya utilizadas que han demostrado ser efectivas a lo largo de los años, son el rediseño de los formularios de petición, la formación de los clínicos y la demanda guiada por protocolos basados en la MBE y elaborados por consenso entre profesionales de la clínica y el laboratorio.

Las estrategias que actualmente se presentan como más prometedoras para favorecer la adecuación de la demanda son un mayor protagonismo de la MLBE, que potenciará la función de consultor clínico del especialista de laboratorio, y el uso de las nuevas tecnologías de la información, sobre todo internet y tecnologías web, que facilitarán la comunicación del clínico con el laboratorio y la aplicación de los protocolos de petición.

Hay que evaluar la efectividad de los nuevos lanzamientos antes de incorporarlos a la rutina. El laboratorio se tiene que integrar con la clínica, para lo que hay que potenciar la función de "consultor clínico" del especialista de laboratorio, su formación y los conocimientos en MLBE le posibilitan para hacer comentarios o aclaraciones en los informes del laboratorio, encadenar pruebas para completar un diagnóstico y, en general, ayudar al clínico en la toma de decisiones.

Los programas de adecuación de la demanda son instrumentos efectivos para la mejora de la calidad de los servicios y la reducción de costes, garantizando un uso efectivo y eficiente del laboratorio desde el punto de vista clínico.

La gestión clínica a través de estrategias como la gestión integral por

procesos, constituye una herramienta eficaz y de calidad para la adecuación de la demanda. La labor del facultativo especialista del laboratorio, al igual que cualquier otro clínico, tiene como prioridad la atención del paciente, y como objetivo de su actividad, contribuir a que se tome la mejor de las decisiones posibles en beneficio del paciente, incorporando sus preferencias, y dando a la vez el mejor uso posible a los recursos económicos disponibles.

Los especialistas de las distintas disciplinas del laboratorio, son los profesionales con capacidad para liderar, organizar, planificar y dirigir acciones con el objetivo de adecuar la demanda en las áreas de diagnóstico biológico a las necesidades clínicas.



Hay un uso cada vez mayor de laboratorio, puede incluso decirse que en ocasiones es excesivo porque la demanda es inapropiada, con solicitudes redundantes e innecesarias que ocasionan costes elevados que hay que frenar. Por tanto, es necesario adecuar la demanda a las necesidades clínicas, y plantear como objetivo el uso eficiente del laboratorio.



### SERIE PSA MEDICIONES EN SECO Y EN SUSPENSION SIN INTERCAMBIAR MÓDULOS

- Mida el tamaño de las partículas de polvos secos y dispersiones líquidas
- Software cumple con la norma 21 CFR Parte 11
- Precisión, repetibilidad y estabilidad durante toda la vida útil

## La investigación científica en México

***Sin duda uno de los retos más relevantes que tiene México es desarrollar una sociedad del conocimiento dinámica y flexible que permita llevar al país a su máximo potencial. En este sentido, los mecanismos de investigación y desarrollo que incluyen la investigación científica tecnológica y la posterior transferencia de los resultados de dicha investigación son esenciales en la ecuación del desarrollo.***

En México la tarea de crecimiento y desarrollo de la investigación ha recaído principalmente en Instituciones de Educación Superior (IES) con la ayuda de los sectores, tanto públicos como privados. Sin embargo, organismos internacionales como el Banco Mundial o la UNESCO informan que a la fecha nuestro país gasta el equivalente a 0.5% de su PIB en investigación y desarrollo. Esta cifra está muy por debajo del porcentaje mundial que es de 2.3%. Países como Israel, Corea o Finlandia destinan hasta 3% del PIB, cifra que se ve muy lejana en México. Si a esto le agregamos que cerca de 70% de dicho gasto proviene de fondo públicos (presupuesto gubernamental), vemos que como país tenemos aún muchas áreas de oportunidad.

¿Por qué es relevante la investigación?

Desde una perspectiva institucional la investigación tiene como misión definir objetivos, estrategias, programas, lineamientos de gestión e instrumentos de operación, para generar, aplicar y transferir conocimientos científicos

y tecnológicos en la investigación básica y aplicada, para la formación de capital humano del alto nivel, con la correspondiente difusión y divulgación de los resultados que contribuyan al desarrollo sustentable de México.

En este contexto se ha definido la visión de la investigación como "ser incluyente en los procesos de formación y actualización de la investigación educativa, científica y tecnológica a nivel nacional e internacional, con base en definir líneas y redes de investigación acordes a la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, para contribuir con ética, decoro y transparencia al desarrollo científico, tecnológico y a la innovación, con impacto social".

Si nos ajustamos a la misión y visión antes descritos, el avance tecnológico y la globalización demandan modelos de investigación innovadores para enfrentar grandes desafíos, por lo cual debe fortalecerse la vinculación entre los sectores educativo, empresarial y social. Por ello se requiere de nuevos paradigmas de

investigación que se adecuen a la dinámica actual.

En ese sentido se recuerda lo expuesto por Delors (1996) cuando señala que la educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares:

Aprender a conocer, combinando una cultura general suficientemente amplia. Lo que supone, además: aprender a aprender para aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de



Existe una gran brecha entre la ciencia generadora de conocimiento y tecnología, y los potenciales benefactores de esos insumos.

## LO MÁS IMPORTANTE

la vida.

Aprender a hacer, a fin de adquirir no solo una calificación profesional, sino una competencia que capacite al hombre para hacer frente a gran número de situaciones y a trabajar en equipo. Pero, también, aprender a hacer en el marco de las distintas experiencias sociales o de trabajo, a causa del contexto social o nacional.

Aprender a vivir juntos, desarrollando la comprensión del otro y la percepción de las formas de interdependencia al realizar proyectos comunes y prepararse para tratar los conflictos, respetando los valores de pluralismo, la comprensión mutua y la paz.

Aprender a ser, para que florezca mejor la propia personalidad y se esté en condiciones de obrar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal.

En estos pilares recaen los objetivos de la investigación:

Promover la investigación dentro de todos los sectores (público, privado y social).

Coordinar y servir de enlace entre todos los diferentes sectores, respecto de las actividades de investigación, integración de comunidades para eventos conjuntos en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica.

Fomentar acciones que contribuyan al desarrollo de los diversos sectores.

10 preguntas que toda universidad de futuro debe plantearse



Jorge Dukelsky Bercovich, profesor-investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, expresó que en las últimas décadas se ha registrado un notable progreso en el nivel de investigación científica y tecnológica en México.

Las universidades son instituciones que cuentan con reconocimiento, y es que a escala mundial la educación superior no para de crecer y su masificación es una prueba de progreso que debemos celebrar, por ello existen 10 preguntas imprescindibles que toda universidad de futuro se tiene que hacer:

En un mundo que dobla el acceso al conocimiento cada año, ¿qué contenidos deben estudiarse? ¿Por qué los organismos de acreditación de cada país se empeñan en defender programas nacidos de un mundo enciclopédico que dejó de existir?

En un mundo donde la capacidad de analizar datos crece exponencialmente, ¿cómo podemos continuar haciendo docencia e investigación al margen de esas herramientas? No

hablamos ya del imperativo de facilitar su aprendizaje a los alumnos, hablamos de cómo los grupos de investigación usan estas herramientas y mejoran sus capacidades investigadoras.

¿Cómo vamos a utilizar en la universidad la creciente capacidad de la Inteligencia Artificial? ¿Cómo vamos a ponerla al servicio de la investigación?

Los nuevos egresados competirán con los robots. Buena noticia, habrá que formarlos para algo más que rutinas manuales e intelectuales. ¿Cómo lo vamos a hacer? ¿Cómo facilitamos que cada uno construya competencias que tiendan a ser únicas?

La realidad virtual tiene un alto potencial de aplicación al aprendizaje y la investigación. ¿Para qué implementamos

este tipo de soluciones

Formamos a gente para un mundo complicado cuando lo que van a encontrar es un mundo complejo. ¿Cómo vamos a resolver este abismo? Tenemos una academia muy preparada para aprender, pero no estamos seguros de su capacidad para desaprender.

Nuestro entorno de información y conocimiento es exponencial. Tenemos la necesidad de formar a gente que sea capaz de construir grandes síntesis con gran agilidad.

Todos admitimos que los egresados de la universidad van a tener una vida profesional muy líquida. Van a trabajar para otros como empleados, van a ser Freelance, emprendedores o híbridos entre estas situaciones. Van a vivir en el cambio; pero ¿no es una contradicción que quienes les forman sean gente de una sola experiencia profesional? ¿Cómo da respuesta a esto la investigación en gestión y otras ciencias sociales?

El mundo es global, pero la universidad es local. Empiezan a proliferar soluciones de universidad global. Ante ello, ¿qué van a hacer los diversos sectores en turno?

Desde hace años se habla de la triple hélice, que fuera de dos o tres ecosistemas de innovación, aunque no ha dado resultados en ninguna parte. ¿No debería ser hora de plantear que esta relación debe ser repensada del todo? ¿No deberíamos poner

## LO MÁS IMPORTANTE



La inversión se incrementó un 40% en términos reales en los primeros años de mandato, pero no ha superado el recorte dramático de 2017.

gente a hacer transferencia en ambas direcciones que realmente vea en ello un valor diferencial?

Urge fomentar la investigación en México

El país se ha rezagado en inversión en ciencia y tecnología respecto a naciones como Corea; el dinero destinado a este rubro disminuyó de 0.60% del PIB al iniciar los años 80, a 0.45% en 2005.

Es de todos conocidos la importancia que tiene fomentar la investigación científica como impulsor del desarrollo económico en un país. A manera de ejemplo, recordemos la comparación entre México y Corea del Sur. Al inicio de los años 80, el país asiático tenía un PIB por habitante de 1,893.2 dólares corrientes, inferior al PIB per cápita mexicano que era de 2,514.7 dólares corrientes. A principios de este siglo la diferencia se transformó abismalmente. En 2003, nuestro país obtuvo un PIB por habitante de 7,224 dólares corrientes, es decir, menos de

la mitad que Corea del Sur, que alcanzó 15,956.5 dólares.

El éxito económico coreano tiene que ver con el hecho de que prestaron especial atención al desarrollo tecnológico, incrementando dramáticamente sus inversiones en ciencia y tecnología (que alcanza 2.5% del PIB) con vistas a la sustitución eficiente de importaciones y la conquista de espacios crecientes en el mercado mundial, creando tecnologías propias.

Mientras Corea del Sur cerró aceleradamente su brecha tecnológica respecto de los países líderes, México la agrandó; nuestra inversión en ciencia y tecnología disminuyó de 0.60% del PIB al iniciar los años 80, a 0.45% del PIB en 2005.

México ocupa el lugar número 67 de 146 países, hasta 2011, en el Índice de la Economía del Conocimiento (IEC) del Banco Mundial. De acuerdo con esta institución, las economías basadas en el conocimiento son aquellas que invierten en capital humano y social, y

## LO MÁS IMPORTANTE

promueven la generación de nuevos conocimientos para crear bienestar y resolver dificultades en la sociedad. Este índice se calcula con base en cuatro componentes:

Incentivos económicos y régimen institucional.

Educación y recursos humanos.

Sistema de Innovación.

Tecnologías de Información y comunicación.

Es evidente que durante muchos años México ha realizado inversiones insuficientes en ciencia, tecnología e innovación. Como resultado, el potencial de crecimiento de la economía es inferior al de otros países. Esta situación debe mejorar si México aspira a alcanzar un nivel de competitividad comparable al de otras

economías emergentes.

En el documento 'Perspectivas OCDE: México Reformas para el Cambio', el organismo internacional señala que el nivel general de innovación en México es realmente bajo, no solo en comparación con otros países de la OCDE, sino también con las economías emergentes más dinámicas. Según los indicadores disponibles, refiere que el gasto en I&D como porcentaje del PIB sigue siendo inferior, en contraste con un promedio superior al 2.3% en el conjunto de la OCDE y cercano al 1.7% en China.

México deberá aprovechar plenamente sus recursos para impulsar un desarrollo basado en el conocimiento y aprovechar sus activos en la materia, que comprenden polos de excelencia en la educación superior y la investigación científica,

un acervo considerable de técnicos e ingenieros altamente calificados, una amplia capacidad emprendedora y, sobre todo, una población joven.

En México, aún hay mucho por hacer para mejorar los indicadores de competitividad relativos a la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Entre los países de la OCDE, ocupamos el último lugar con 1.02 investigadores empleados de cada mil miembros de la población activa, mientras que el primer lugar (Dinamarca) reporta 15.65 investigadores científicos por cada mil empleados. Este tipo de indicadores puede mejorarse de varias maneras, una de las cuales es incrementando la inversión pública y privada en ciencia y tecnología. "Invertir en ciencia, tecnología e innovación (CTI) es fundamental para el desarrollo



Si México no logra ser una potencia media en ciencia en 25 años, ya no vamos a poder agarrar ese tren.



"El conocimiento es como un avión que está en la pista: si se le inyecta suficiente combustible, el aparato puede acelerar lo suficiente para despegar y cuando está volando, podemos decidir adónde vamos".

económico y el progreso social. En la actualidad, la investigación y los avances en el campo de las tecnologías verdes contribuyen al progreso económico y social al tiempo que respetan el medio ambiente y construyen sociedades más ecológicas e inclusivas". Los países que reportan el mayor desarrollo económico y social como Israel, Korea del sur o Japón invierten más del 3% de su Producto Interno Bruto en investigación científica, mientras que México nunca ha superado el 0.5% del PIB aún y cuando la intención apuntó a invertir 1% del PIB en algún momento de su historia.

Es evidente que existe una correlación importante entre la producción científica de un país, la inversión dedicada a esta por el Estado y el nivel de desarrollo económico y el bienestar social. Es decir, a mayor inversión, mayor producción científica, mayor

crecimiento económico y mayor bienestar social. Por supuesto, también hay que considerar que el crecimiento económico de un país no sólo depende de su inversión en Ciencia e Innovación, son muchos los factores que interactúan para poder mejorar los indicadores de bienestar en una sociedad.

Lo fundamental es entender y asimilar la importancia de la construir una cultura y una comunidad que promueva sociedades del conocimiento. Para lograrlo, hay que darse a la tarea de promover esquemas que impulsen proyectos científicos donde participen investigadores expertos en diferentes disciplinas, que sean integradores y orientados a solucionar problemáticas fundamentales de la sociedad. Como acciones complementarias es necesario aumentar la divulgación científica en

todos los niveles, organizar ferias de ciencia, inculcar las vocaciones científicas desde los niveles escolares más elementales, mostrar a la sociedad evidencia contundente de los beneficios a la sociedad que aporta la investigación científica y el desarrollo tecnológico, y muy importante, integrar una comunidad científica de ciudadanos, no sólo de una élite de académicos destacados.

### Conclusión

La universidad y los diferentes sectores se enfrentarán a entornos de alta disrupción, por ello se debe tener la capacidad de innovar, hacer progresar la ciencia y con esta a la humanidad al generar conocimientos de frontera. Ese es el gran reto para México: generar más investigadores y profesionales como agentes de innovación para lograr el desarrollo sostenible del país.

# ¿Puede un supervolcán entrar en erupción en la actualidad?

Un equipo de internacional de investigadores de las universidades de Oregon, (Estados Unidos), Curtin, (Australia) y Heidelberg (Alemania), con la colaboración de la Agencia Geológica de Indonesia, acaba de descubrir que los llamados 'supervolcanes' siguen siendo activos y peligrosos incluso miles de años después de una 'supererupción'.

Los científicos, que acaban de publicar sus conclusiones en 'Nature Communications Earth & Environment', estudiaron la Caldera de Toba, en Sumatra, donde hace cerca de 74.000 años una gigantesca erupción llegó a poner en peligro a la Humanidad. El estudio deja patente que es necesario revisar la forma y la periodicidad con que se produce esta clase de eventos catastróficos.

Según Martin Danišík, de la Universidad de Curtin y coautor del estudio, hasta ahora sabíamos que los supervolcanes a menudo entran en erupción varias veces con intervalos de decenas de miles de años, pero no teníamos una idea muy pobre de lo que sucedía durante los períodos inactivos.

"Comprender esos largos períodos de inactividad -afirma Danišík- determinará lo que debemos buscar en los supervolcanes activos jóvenes para ayudarnos a predecir futuras erupciones. Las súper erupciones se encuentran entre los eventos más catastróficos de la historia de la Tierra, y liberan enormes cantidades de magma casi instantáneamente. Pueden impactar el clima

global hasta el punto de llevar a la Tierra hacia un 'invierno volcánico', que es un período anormalmente frío que puede resultar en una hambruna generalizada y una alteración de la población. Aprender cómo funcionan los supervolcanes es importante para comprender la amenaza futura de una súper erupción inevitable, que ocurre aproximadamente una vez cada 17.000 años".

Con el fin de obtener esas respuestas, los investigadores se centraron en averiguar el paradero del magma que quedó tras la supererupción de Toba hace 74.000 años. Para ello utilizaron varios minerales, como feldespatos y circón, que contienen registros de tiempo independientes basados en la acumulación de gases de argón y helio como cápsulas de tiempo en rocas volcánicas.

"Usando estos datos geocronológicos, inferencia estadística y modelado térmico -prosigue el investigador-, mostramos que el magma continuó rezumando dentro de la caldera, o depresión profunda creada por la erupción de magma, durante 5000 a 13.000 años después de la súper erupción, y luego la

cubierta de magma solidificado sobrante fue empujada hacia arriba como el caparazón de una tortuga gigante".

Para Danišík, estos hallazgos desafían el conocimiento existente y el estudio de las erupciones, que normalmente implica buscar magma líquido debajo de un volcán para evaluar su peligro futuro. "Ahora debemos considerar que las erupciones pueden ocurrir incluso si no se encuentra magma líquido debajo de un volcán; el concepto de lo que es 'erupcionable' debe reevaluarse".



El peligro de que un supervolcán entre en erupción es más alto de lo que se creía. Esta es la conclusión a la que ha llegado un equipo internacional de investigación de las universidades de Oregon, (Estados Unidos), Curtin, (Australia) y Heidelberg (Alemania) y la Agencia Geológica de Indonesia.

“Si bien una supererupción puede tener un impacto regional y mundial y la recuperación puede llevar décadas o incluso siglos -concluye el científico-, nuestros resultados muestran que el peligro no termina con la supererupción y la amenaza de más erupciones persiste durante muchos miles de años después. Aprender cuándo y cómo se acumula el magma en erupción, y en qué estado se encuentra antes y después de tales erupciones, es fundamental para comprender los supervolcanes”.

Descubren en Yellowstone una de las mayores erupciones volcánicas de todos los tiempos.

**La «explosión», ocurrida hace 8,7 millones de años, esterilizó la tierra y vaporizó la vida a su alrededor, llegando a regar con ceniza todo lo que ahora es EE.UU.**

Las supererupciones volcánicas son uno de los acontecimientos naturales más extremos de todo el planeta. Estas explosiones

expulsan una enorme cantidad de material, al menos 1.000 veces más que la erupción del monte Santa Helena (Washington) en 1980, -la más mortífera y destructora en la historia de los EE.UU.- y tienen el potencial de alterar el clima del planeta. Por fortuna, se suceden aproximadamente cada 100.000 años y, a pesar de sus terribles efectos catastróficos, pocas de ellas han sido documentadas en el registro geológico. Entre ellas, se encuentran la «explosión» del Huckleberry Ridge, hace dos millones de años en lo que hoy es el parque Yellowstone, en las Montañas Rocosas, que elevó el terreno hasta un kilómetro, la del volcán Toba en la isla de Sumatra hace 80.000 años u otras en los Andes Centrales, Nueva Zelanda o Japón.

Ahora, en un estudio publicado en «Geology», los investigadores han anunciado el descubrimiento de dos supererupciones que ocurrieron hace millones de años en lo que ahora es la pista del punto de acceso de Yellowstone. Una de ellas que fue el evento más grande y cataclísmico de la provincia volcánica y uno de los más impresionantes que hayan ocurrido en el mundo. Por fortuna,

los resultados indican que el punto caliente, que hoy alimenta los famosos géiseres, fangos y fumarolas en el parque nacional estadounidense, puede estar disminuyendo en intensidad.

El equipo utilizó una combinación de técnicas para correlacionar los depósitos volcánicos dispersos en decenas de miles de kilómetros cuadrados. «Descubrimos que los depósitos que anteriormente se creía que pertenecían a múltiples erupciones más pequeñas eran, de hecho, láminas colosales de material volcánico de dos súper erupciones previamente desconocidas hace unos 9 y 8,7 millones de años», dice en un comunicado Thomas Knott, vulcanólogo de la Universidad de Leicester y autor principal del artículo.

Tierra esterilizada

Una de ellas, la supererupción de Grey's Landing de hace 8,7 millones de años, ha resultado ser la mayor de la zona y «una de las cinco erupciones más importantes de todos los tiempos», afirma Knott. El equipo, que también incluye investigadores del British Geological Survey y de la Universidad de California, Santa Cruz, estima que fue un 30% más grande que el anterior poseedor del récord (la toba de Huckleberry Ridge) y tuvo un efecto devastador. «La erupción de Grey's Landing esmaltó un área del tamaño de Nueva Jersey (casi como toda la Comunidad Valenciana) en vidrio volcánico abrasador que esterilizó instantáneamente la superficie de la tierra», describe Knott. Cualquier cosa ubicada dentro de esta región habría sido enterrada y probablemente vaporizada durante la erupción. «Las partículas habrían estrangulado la estratosfera -agrega el científico-,



En una investigación conjunta estudiaron la Caldera de Toba, en Sumatra, donde hace cerca de 74.000 años una erupción llegó a poner en peligro a la Humanidad.

regando con una fina ceniza todo Estados Unidos y abarcando gradualmente el mundo».

Ambas supererupciones recientemente descubiertas ocurrieron durante el Mioceno, el intervalo de tiempo geológico que se extendió hace desde 23 a 5,3 millones de años. «Estas dos nuevas erupciones elevan a seis el número total registradas durante el Mioceno en la provincia volcánica de Yellowstone-Río Snake», dice Knott. Esto significa que las erupciones del punto caliente de Yellowstone durante ese época ocurrieron, en promedio, una vez cada 500.000 años.

Sin embargo, dice Knott, dos supererupciones han tenido lugar hasta ahora en el actual Parque Nacional de Yellowstone durante los últimos tres millones de años. «Por lo tanto, parece que el punto de acceso de Yellowstone ha experimentado una disminución de tres veces en su capacidad para producir estos eventos», explica el investigador. «Esta es una disminución muy significativa», subraya.

La vigilancia, «un deber»

Estos hallazgos, dice Knott, tienen poca relación con la evaluación

del riesgo de que ocurra una catástrofe hoy en Yellowstone. «Hemos demostrado que la tasa de recurrencia de las supererupciones de Yellowstone parece ser una vez cada 1,5 millones de años», dice. «La última fue hace 630.000 años, lo que sugiere que podrían pasar hasta 900.000 años antes de que ocurra otra erupción de esta escala». Pero esta estimación está lejos de ser exacta. Por ese motivo, cree que el monitoreo continuo en la región, que está siendo realizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, «es un deber» y que advertencias de cualquier aumento en la actividad deben ser emitidas con tiempo.

No es gratuito. Según un estudio llevado a cabo por el Servicio Geológico en 2014 una gran erupción en Yellowstone sumergiría toda la cordillera en la que se encuentra bajo una capa de varios metros de cenizas. Hasta cubriría con varios milímetros de espesor Nueva York, Los Angeles o Miami.

Las supererupciones son el resultado de grados colosales de fusión de la corteza durante períodos prolongados de tiempo, y por lo tanto, tienen un profundo impacto en la estructura y composición de la corteza terrestre en las regiones donde ocurren. Debido a que estudiar estos lugares es vital para comprender su papel en la configuración de la corteza de nuestro planeta, Knott espera que esta investigación lleve a más revelaciones. «Esperamos que los métodos y hallazgos que presentamos en nuestro documento permitan el descubrimiento de nuevos registros de supererupción en todo el mundo», afirma.

Uno de sus mayores peligros es que una erupción puede provocar un “invierno volcánico” prolongado, una nube de ceniza que trastoca el clima e impide a la civilización de tener suficiente acceso a los recursos naturales y a la comida.

En 2012, Naciones Unidas estimó que las reservas de alimentos en todo el mundo durarían solo 74 días.

Es por eso que, para la NASA, Yellowstone representa un peligro mayor que cualquier otro que pueda venir desde el espacio.

“Yo era miembro del Consejo Asesor de Defensa Planetaria de la NASA, un grupo que estudiaba formas de defender el planeta de asteroides y cometas. Pero llegué a la conclusión de que la amenaza de un supervolcán es sustancialmente mayor”, le explica a BBC Future Brian Wilcox, del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en el Instituto de Tecnología de California.

Por eso, la agencia espacial estadounidense se puso manos a la obra desde hace años para enfrentar el problema.

NASA toma acciones frente a supervolcán

Para controlar y evitar que este supervolcán entre en erupción, la NASA ha ideado una solución en la que la magma se pueda enfriar vertiendo directamente agua en el cráter, desafortunadamente este gran volcán requeriría millones de litros de este líquido, lo que lo convierte en algo no tan factible, pues en varios lugares del mundo, como en México, existe un desabasto de agua.

## HABLEMOS DE

El otro plan consiste en crear un túnel de 10km de profundidad a un costado del volcán para llegar a la magma y bombearla a alta presión, con este procedimiento se podría bajar la temperatura un poco cada día; el único inconveniente es que esto costaría alrededor de 3.46 billones de dólares.

### La estrategia de la NASA

Cuando los científicos de la NASA comenzaron a considerar la amenaza y buscarle respuestas, pensaron que la solución más lógica podría ser, simplemente, enfriar el supervolcán, de arriba hacia abajo.

¿En qué consiste esa extraña idea?

Un volcán del tamaño de Yellowstone es, esencialmente, un generador gigantesco de calor, equivalente a seis plantas industriales de energía.

En la actualidad, Yellowstone filtra hacia la atmósfera

aproximadamente el 60-70% del calor que produce a través del agua que se cuele por las grietas de la cámara del magma.

El resto se acumula dentro de la lava, lo que actúa como combustible para disolver más y más gases volátiles y rocas circundantes.

Cuando este calor alcanza un determinado umbral, una erupción es inevitable.

Pero si se pudiera extraer más calor, entonces el supervolcán nunca entraría en erupción.

La NASA estima que si lograra reducir en un 35% el calor que se genera dentro de la cámara de magma, Yellowstone ya no representaría una amenaza.

La pregunta es cómo hacerlo.

Acueducto volcánico

La primera alternativa, según la NASA, estaría simplemente en

increpar la cantidad de agua que se filtra hacia el interior del supervolcán.

Pero desde una perspectiva práctica, sería tal vez imposible convencer a los políticos de aprobar tal iniciativa.

“Construir un gran acueducto cuesta arriba en una región montañosa sería costoso y difícil con la crisis del agua a nivel internacional; no creo que a la gente le agrade la idea de desperdiciarla para enfriar un volcán”, asegura Wilcox.

En cambio, la NASA propuso perforar hasta 10 km hacia las entrañas del supervolcán y bombear el agua a alta presión.

El líquido en circulación volvería a la superficie en forma de vapor, a una temperatura de alrededor de 350 °C. Así, lentamente, día por día, se extraería calor del volcán.

A simple vista, podría parecer un proyecto similar al anterior. Si a eso le añadimos que costaría alrededor de US\$3.500 millones, es sencillo imaginar que la idea podría quedar también en la nada.

Pero la agencia espacial encontró una atractiva solución para convencer a los políticos de hacer la inversión.

“Yellowstone actualmente gotea alrededor de 6 gigavatios en calor. Con la perforación, esto podría ser utilizado para crear una planta geotérmica, que generaría energía eléctrica a precios muy competitivos de alrededor de US\$0,10/kWh”, asegura Wilcox.

Para este investigador, la solución permitiría recuperar la inversión inicial, generaría electricidad

suficiente para alimentar el área circundante durante un período potencial de decenas de miles de años y se evitarían futuras erupciones de supervolcán que devastaría a la humanidad.

Riesgos

Pero la perforación de un supervolcán no vendría sin ciertos riesgos. De hecho, podría desencadenar la erupción que desea prevenir.

En otras palabras, podría despertar al monstruo que duerme hace miles y miles de años.

¿Qué hacer entonces?

“Lo más importante es no hacer daño a la estructura de la cámara de magma. Si perforas en la parte superior de la cámara y tratas de enfriar desde allí, esto sería muy arriesgado”, sostiene Wilcox.

En opinión del experto, eso podría hacer que la tapa sobre la cámara del magma se vuelva más frágil y propensa a la fractura. Así sería más fácil que se active la liberación de gases volátiles nocivos.

Por eso, la idea es perforar el supervolcán desde sus laterales, que se encuentran incluso fuera de los límites de Yellowstone.

Sin embargo, aquellos que inviertan o trabajen en el proyecto no vivirán para saber si dio resultado o no. Ni siquiera lo verán terminado.

El enfriamiento de Yellowstone de esta manera ocurriría a una velocidad de un metro por año, por lo que tardaría decenas de miles de años hasta que la cámara de magma se convirtiera en una masa de roca fría.

## HABLEMOS DE

Pero aunque la cámara de Yellowstone no necesitaría ser congelada totalmente para llegar al punto en el que ya no represente una amenaza, no habría tampoco garantías de que el esfuerzo finalmente tendría éxito por lo menos durante cientos y posiblemente miles de años.

Entonces, ¿para qué hacerlo?

Los beneficios de domar el volcán Según Wilcox, los beneficios de esta estrategia a largo plazo no solo incluirían la posibilidad de domar al volcán, sino también que garantizaría en términos cotidianos una nueva fuente de suministro de energía eléctrica.

Tal plan podría aplicarse potencialmente a cada supervolcán activo en el planeta y los expertos de la NASA esperan que estas ideas fomenten también un debate científico más práctico para abordar la amenaza.

“Cuando la gente consideró por

primera vez la idea de defender la Tierra del impacto de asteroides, reaccionaron de manera similar a la amenaza de un supervolcán”, sostiene Wilcox.

“La gente pensó: ¿cómo pueden los humanos impedir que un asteroide golpee la Tierra? Bueno, resulta que si inventas algo que empuje al asteroide muy ligeramente durante mucho tiempo, puedes hacerlo cambiar de rumbo”.

Por eso, Wilcox considera que resolver el problema de la amenaza de los supervolcanes resulta más fácil de lo que la gente piensa.

“En ambos casos requiere que la comunidad científica invierta el poder de su mente, pero tiene que hacerlo ya. Yellowstone hace erupción aproximadamente cada 600.000 años y hace unos 600.000 años desde que lo hizo por última vez”, explica.

La cuenta regresiva ha comenzado.



“Nuestros resultados muestran que el peligro no termina con la supererupción y que la amenaza de nuevos peligros existe durante muchos miles de años después”. Eso sí, aunque peligrosas, las erupciones posteriores serían mucho más pequeñas que la inicial.



“Aprender cómo funcionan los supervolcanes es importante para comprender la futura amenaza de una inevitable supererupción, que se produce aproximadamente una vez cada 17 000 años”, dice Danišik.



# Sismos y terremotos

El mito de que la tierra tiembla en septiembre

Se trata de un mito que se ha visto reforzado por recientes coincidencias: septiembre es un mes de grandes sismos en México. El pasado 7 de septiembre, un sismo de magnitud 7,1 sacudió la Ciudad de México y el sur del país, al igual que ocurrió en la misma fecha de 2017, cuando otro terremoto de magnitud 8,2 remeció la región. Y el 19 de septiembre es otro día grabado en la mente de muchos.

En 1985 ocurrió un terremoto de magnitud 8,1, el más devastador de los últimos tiempos para el país. Y exactamente 32 años después, otro sismo de 7,1 también dejó cientos de muertos y edificios destruidos.

Esto ha llevado a muchos mexicanos a cuestionarse si hay algún fenómeno que haga que septiembre -o "septiembre", como algunos lo llaman en broma- sea un mes de grandes terremotos.

¿Es septiembre cuando más ha temblado? No

Desde que hay registros sísmicos en México, a partir del año 1900, ocurrieron 86 sismos considerados "grandes" por ser de magnitud

mayor a 7,0, según las estadísticas del Servicio Sismológico Nacional (SSN) mexicano.

El mes que más eventos acumuló en los últimos 121 años es diciembre, con 12 terremotos. Un paso atrás está septiembre, con 11, y le sigue junio con 10.

Eso muestra que en realidad esos tres meses acumulan la mayor actividad sísmica, pero por una diferencia marginal. El resto de los meses tienen registros variados.

¿Por qué la gente "siente" que tiembla más en septiembre?

Los científicos reconocen que la duda de la población es entendible dado que una persona acostumbra a relacionar los eventos que le han tocado vivir.

Cualquier habitante de Ciudad de México que tenga más de 40 años vivió dos temblores, el de 1985 y el de 2017, en la misma fecha: un 19 de septiembre.

"Esto es una percepción. Percepción válida, percepción lógica de la gente, porque estamos acostumbrados a medir los fenómenos naturales a escala de la vida humana, lo cual no siempre es el punto de vista más

**UN SALTO A LA NATURALEZA** adecuado", dijo el sismólogo Luis Quintanar en una rueda de prensa el pasado 13 de septiembre.

"Para medir su frecuencia, su intensidad, debe de ser a escala geológica, no a escala de la vida humana, que son 60, 70 años, sino a escala un poco mayor de los 100, 200 o más años", añadió.

¿Se pueden predecir los sismos? No

Los científicos del SSN y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fueron cuestionados sobre la posibilidad de que vuelva a ocurrir otro sismo este 19 de septiembre. Pero la respuesta es enfática: no es posible saberlo.

"Los sismos no pueden predecirse. Y esto hay que tomarse muy claramente desde ambos puntos de vista: no podemos decir cuándo va a ocurrir un sismo, pero tampoco vamos a poder asegurar que no van a ocurrir sismos", dijo Jorge Aguirre, del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

"Sabemos que existe una cierta actividad sísmica debido a la dinámica de la Tierra y que eventualmente vamos a seguir teniendo sismos en México, pero no sabemos ni cuándo, ni a qué horas.



México se encuentra en una zona privilegiada en el planeta que le ha dado una gran biodiversidad, pero también se encuentra en un punto en el que es probable que haya movimientos sísmicos.



La superficie de la Tierra se compone de estas placas tectónicas, que son como las piezas de un gran rompecabezas y cuya interacción al desplazarse sobre un manto semi líquido y viscoso es una de principales causas de movimientos sísmicos en el mundo.

Y no podemos ni asegurar que no vaya a haber sismos, ni asegurar que vaya a haber sismos en algún lugar o en alguna fecha”, añadió.

Las poblaciones del centro, sur y sureste de México, incluida la capital del país, están expuestas a la sismicidad por las diversas fallas geológicas que hay en sus alrededores, así que es probable que los eventos sísmicos sigan presentándose.

¿La época de lluvias genera sismos? No

Al proliferar la creencia de que septiembre es un mes de sismos grandes también se ha difundido entre la gente que esto podría deberse a que es la época de lluvias puede tener algún efecto en el subsuelo.

Pero no es así: “Desde el punto de vista científico (...) ni las lluvias, ni mucho menos otras cosas tiene que ver con que tiemble más en septiembre. No sólo en México, en todo el mundo no hay ninguna evidencia de esto”, dijo Arturo Iglesias, jefe del SSN.

“Quizá la excepción sea la sismicidad que a veces se induce por la recarga de presas. Ahí sí, a veces, cuando una presa se recarga de manera típica, por ejemplo, después de un huracán

o algo así, suele ocurrir sismicidad local pequeña que tiene que ver con el propio peso del agua que altera el estado de esfuerzos alrededor de una presa”, explicó.

¿Y hay una relación de los sismos con el cambio climático? No

Relacionado a las lluvias más intensas, huracanes, inundaciones o sequías de los últimos años con el cambio climático, también han surgido dudas de si puede haber una relación con los sismos.

Pero los expertos nuevamente indican que no hay ninguna evidencia de eso.

“No hay una correlación”, explicó Rosa María Ramírez, directora del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

“El cambio climático causa desastres, al igual que los sismos. Pero no hay una correlación”, enfatizó.

Los científicos dicen que la tecnología ha evolucionado en las últimas décadas para mejorar la detección, medición y pronóstico de afectación de un sismo, lo cual permite salvar vidas a través de las alertas tempranas y el mejoramiento de los códigos de construcción.

Pero piden a la población evitar la difusión de rumores como el de que septiembre es un mes de “temblores grandes”.

Cómo funciona la alerta sísmica que salva vidas en Ciudad de México cuando ocurre un terremoto.

El sistema permite detectar el momento en que inicia un sismo y emitir una alerta inmediata a la capital del país. El mensaje se activa 50 segundos antes que las ondas del movimiento telúrico lleguen a Ciudad de México.

A este mecanismo el actual gobierno le llamó sistema de Alerta Sísmica Mexicano que incluye, además de la capital del país, a las ciudades de Oaxaca y Toluca, Estado de México. También forman parte Chilpancingo y Acapulco, ambas en Guerrero.

Sensores inteligentes ¿Cómo funcionan?

Los sensores monitorean permanentemente los movimientos de la tierra, y cuando detectan alguno que pueda convertirse en un sismo de 6 grados en la escala de Richter emiten

inmediatamente una señal de radio.

En el caso de Ciudad de México el mensaje llega a una central que la retransmite a estaciones de radio, televisión y las algunas aplicaciones para teléfonos móviles.

La transmisión es radial porque sus ondas viajan más rápido que el sismo.

La señal también se transmite por los 10.000 altavoces que hay en la ciudad, de tal manera que la alerta pueda escucharse por la mayor parte de los capitalinos.

Originalmente el sistema de Alerta Sísmica contaba con 12 estaciones de monitoreo sólo en las costas de Guerrero.

Pero ahora existen 97 en varios estados del país. Algunos sensores se instalaron en zonas lejanas a la costa.

“No corro, no grito, no empujo”

La señal llega a centrales de las ciudades incluidas en el sistema, y de allí se envía a la red de medios que la retransmiten.

Originalmente, cuando el destino era sólo la capital del país, el mensaje se difundía por radio y televisión. Pero en los últimos años la Alerta Sísmica también se escucha en aplicaciones para teléfonos móviles.

En todo caso, el mecanismo de alerta serviría de poco si los mexicanos no toman en serio sus advertencias. Desde el terremoto de 1985 se estableció en el país un sistema de protección civil particularmente intensivo en las escuelas de educación básica.

Ahora existen por lo menos tres generaciones de mexicanos que crecieron escuchando las siguientes frases:

“No corro, no grito, no empujo”, las reglas básicas para evacuar su escuela, casa o donde se encuentren en caso de un sismo.



Los sismos son uno de los fenómenos naturales que no están relacionados con las condiciones climáticas; su magnitud destructora puede ser capaz de provocar un gran daño en un breve lapso.

# LA SEMILLA DE LA CIENCIA



UNIVERSITARIOS

## APOYAMOS TU PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La Asociación de Distribuidores de Instrumentos para Uso Científico y Material para Laboratorio, A.C., agradece a toda la comunidad científica en México por la gran cantidad de propuestas recibidas para este proyecto.

Presentamos a nuestro ganador de esta edición:

Fernando Antonio  
Universidad Politécnica  
de Sinaloa

