

SABERES Y CIENCIAS

 **La Jornada**
de Oriente

Supercómputo

diciembre 2016 · número 58 año 5 · Suplemento mensual

**LABORATORIO NACIONAL DE SUPERCÓMPUTO
DEL SURESTE DE MÉXICO**



Editorial

Sensibilidad ante la indignación

El Partido Revolucionario Institucional (PRI) es considerado el más corrupto de los organismos políticos electorales, es mayoría absoluta la ciudadanía que lo asocia a actos de autoritarismo, malversación de fondos públicos, deshonestidad, negligencia, nepotismo, enriquecimiento ilícito e impunidad; es el partido que registra el mayor porcentaje de rechazo, casi tres veces más alto que su porcentaje de aceptación.

La mayoría de funcionarios públicos emanados de ese partido han ofrecido, en el ejercicio de su función, reiteradas pruebas de corrupción e impunidad: sus bienes patrimoniales no corresponden a su biografía laboral, como son los casos los ex gobernadores Humberto Moreira, Javier Duarte, Roberto Borge, César Duarte, Jorge Herrera, Egidio Torres y Rodrigo Medina; en palabras de César Augusto Santiago, ex secretario de Acción Electoral del PRI, las derrotas sufridas por ese partido en las elecciones de 2016 en Puebla, Veracruz, Tamaulipas, Chihuahua, Durango, Quinta Roo y Aguascalientes están asociadas a los gobernadores corruptos y dirigencias ineficientes (Proceso, 7/06/2016). Esas acciones son magistralmente ejecutadas por ejecutivos federales y municipales, dirigentes de organizaciones gremiales y parlamentarios locales y federales; las excepciones son garbanzos de a libra.

La gestión presidencial de Enrique Peña Nieto va de mal a peor, en el mejor de los casos el crecimiento del Producto Interno Bruto durante su gestión crecerá a una tasa media anual de 2 por ciento, décimas por encima del crecimiento poblacional. Al final del sexenio es probable que el peso se haya devaluado en más de 80 por ciento, la deuda pública aumente en casi 50 por ciento; la tasa de condiciones críticas de ocupación ronde el 20 por ciento y la calidad de vida registre un deterioro más alto que el actual. La ciudadanía ya dio acuse del deterioro de su nivel de vida y del responsable: 69 por ciento desaprobó la gestión de Peña Nieto en noviembre de 2016 cuando en diciembre de 2012 fue 35 por ciento quien así lo estimó (Consulta Mitofsky, Encuesta: Evaluación de 16 trimestres de gobierno de EPN. 29/11/16). Ni la globalización ni las reformas macro estructurales aprobadas durante la gestión de Peña Nieto mejoraron la calidad de vida de la mayoría de los ciudadanos, tampoco hubo inclusión, justicia, o la equidad tan pregonada.

La corrupción pública ahora es más evidente y también lo es la indignación que éstas generan ante la connivencia de quienes las solapan y encubren. Un tema central de las campañas de elección de gobernador de 2017 (Coahuila, Nayarit y México) y de la presidencial de 2018 será la corrupción y la impunidad, y los partidos ya lo tomaron en cuenta: el PAN le retiró la protección a Guillermo Padrés Elías, ex

gobernador de Sonora y el PRI hizo lo mismo con Javier Duarte, ex gobernador de Veracruz. Por su parte, Ricardo Anaya, dirigente nacional del PAN trató de justificar el origen lícito de los ingresos que le permiten financiar la estancia de su familia en el extranjero, y el presidente Enrique Peña Nieto exhortó a sus correligionarios a ser positivos e íntegros en el ejercicio de gobierno.

Enrique Peña arengó a los priistas a no ser omisos ante cosas que indignan a la ciudadanía y habló de honestidad en la gestión pública y de no encubrir a quienes saquean al erario; ese mismo día, Humberto Moreira, ex gobernador de dudosa probidad y acusado de peculado, fue integrado al Consejo Político Nacional del PRI. El burro hablando de orejas, como si tales acciones no fueran una divisa de la gestión del Ejecutivo federal o práctica recurrente de la administración pública. No será suficiente una estancia temporal en prisión para quienes se han enriquecido ilícitamente o malversado fondos públicos, será necesario que los recursos robados sean devueltos, que de verdad se transparente la cuenta pública y se acote la discrecionalidad con que los Ejecutivos de los tres niveles contratan deuda pública y ejercen recursos superiores a los autorizados. Es oprobiosa la publicidad desplegada por Ricardo Anaya y Rafael Moreno Valle para posicionarse para ser candidatos a la presidencia de la República sin que hay una autoridad que regule y sancione dichos gastos y mucho menos, su origen; como tampoco lo hubo para quienes fondearon (y se beneficiaron) las tarjetas Monex utilizadas en la campaña presidencial de Peña Nieto. La impunidad es inter e intrapartidaria.

s

SABERE SIENCIAS es un suplemento mensual auspiciado por *La Jornada de Oriente*

DIRECTORA GENERAL
Carmen Lira Saade

DIRECTOR
Aurelio Fernández Fuentes

CONSEJO EDITORIAL
Leopoldo Altamirano Robles
Jaime Cid Monjaraz
Alberto Cordero
Sergio Cortés Sánchez
José Espinosa
Julio Glockner
Raúl Mújica

COORDINACIÓN EDITORIAL
Sergio Cortés Sánchez

REVISIÓN
Aldo Bonanni

EDICIÓN
Denise S. Lucero Mosqueda

DISEÑO ORIGINAL Y FORMACIÓN
Elba Leticia Rojas Ruiz

Dirección postal:
Manuel Lobato 2109, Col. Bella Vista.
Puebla, Puebla. CP 72530
Tels: (222) 243 48 21
237 85 49 F: 2 37 83 00

www.lajornadadeoriente.com.mx
www.saberesyciencias.com.mx

AÑO V · No. 58 · diciembre 2016

Las opiniones expresadas en las colaboraciones son responsabilidad del autor y de ninguna manera comprometen a las instituciones en que laboran.

Contenido

3 La entrevista
LNS, investigación, innovación y competitividad
DENISE LUCERO MOSQUEDA

4 Hologramas realizados con computadoras
ARTURO OLIVARES-PÉREZ

5 El supercómputo como herramienta en la investigación científica
LUIS MANUEL VILLASEÑOR CENDEJAS

6 La entrevista
LNS, herramienta para ampliar nuestros conocimientos sobre el Universo
DENISE LUCERO MOSQUEDA

7 El Supercómputo como herramienta de investigación para problemas difíciles de reconocimiento
MARÍA DEL PILAR GÓMEZ GIL

8 Los rayos cósmicos ultra energéticos
ENRIQUE VARELA, ALEJANDRA PARRA, HUMBERTO SALAZAR, OSCAR MARTÍNEZ

9 y 10 Destellos de rayos gamma
CEDERIK LEÓN DE LEÓN ACUÑA, HUMBERTO SALAZAR IBARGÜEN, LUIS MANUEL VILLASEÑOR CENDEJAS

10 y 11 Origen y usos del supercómputo en la BUAP
FRANCISCO J. MELÉNDEZ, MARÍA EUGENIA CASTRO S., ROSA ELENA ARROYO-CARMONA, LISSET NORIEGA, NORMA A. CABALLERO, ENRIQUE GONZÁLEZ-VERGARA Y RAMSES E. RAMÍREZ

12 El LNS y una aplicación a la Biología
KARINA GONZÁLEZ LÓPEZ

13 El Diplomado en Cómputo de Alto Rendimiento del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS/Conacyt)
MANUEL MARTÍN ORTIZ

14 Homo sum
Tratados comerciales
SERGIO CORTÉS SÁNCHEZ

15 Tekhne Iatriké
Las alteraciones circadianas
JOSÉ GABRIEL ÁVILA-RIVERA

16 Reseña (incompleta) de libros
Carta de don Quijote de la Mancha a Sancho Panza, gobernador de la Ínsula Barataria
ALBERTO CORDERO

17 Tras las huellas de la naturaleza
¿Movilidad ciclista, en una ciudad neoliberal?
TANIA SALDAÑA RIVERMAR Y CONSTANTINO VILLAR SALAZAR
ILUSTRACIÓN: DIEGO TOMASINI / DIBUJO

18 Efemérides
Calendario astronómico diciembre 2016
JOSÉ RAMÓN VALDÉS

19 INAOE 45 años
INAOE 2016: resultados del esfuerzo en la formación de recursos humanos
RAÚL MÚJICA Y GUADALUPE RIVERA

20 Agenda
Épsilon
JAIME CID MONJARAZ

Directorio



• En nuestra portada: Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México.
Fotos: Archivo de la BUAP

Tus comentarios son importantes para nosotros, escríbenos a:

info@saberesyciencias.com.mx



Denise Lucero Mosqueda

La
Entrevista

LNS, investigación, innovación y competitividad

El Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) es el tercer laboratorio reconocido a nivel nacional. Nació por iniciativa de investigadores de la BUAP y con esfuerzos conjuntos del INAOE, UDLAP y Conacyt; la concreción del proyecto ahora hace posible que en la entidad poblana y el sureste mexicano se realicen cálculos y simulaciones computacionales precisos y en un lapso de tiempo breve.

En entrevista con SABERE SIENCIAS, el doctor Humberto Salazar Ibarquén, investigador y director general de Cómputo y Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla comparte algunos de los avances y por menores del LNS.

Saberes y Ciencias (SyC): ¿Qué motivó el surgimiento del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México?

Humberto Salazar Ibarquén (HSI): En la BUAP hay grupos de investigación que típicamente requieren del uso de cálculo numérico, como el Instituto de Física, la Facultad de Ciencias Químicas, la Facultad de Físico Matemáticas y el Instituto de Ciencias (ICUAP). Cada unidad, con recursos propios—sobre todo con apoyos del Conacyt— había logrado tener su equipo—clúster de alto rendimiento— pero lo tenían en condiciones muy precarias tanto en instalaciones, en técnicos asociados y en expertos que ayudaran a usar el equipo óptimamente y resolver los problemas que se presentaran.

Durante la visita del rector Alfonso Esparza a las unidades académicas, la demanda constante fue la red y la conectividad, y en el caso de algunos grupos de investigación, mayor potencia de cómputo. De manera paralela Conacyt publicó su convocatoria para laboratorios nacionales por lo que se convocó a todos los investigadores a que presentaran sus proyectos de laboratorios nacionales. Se presentaron tres proyectos, dos de ellos desistieron porque requerían montos aún mayores, por lo que el laboratorio de Supercómputo quedó como única propuesta para ser sometida a Conacyt. El monto inicial fue de 40 millones de pesos, un buen inicio para el proyecto.

Afortunadamente la Universidad vió con buenos ojos el proyecto, y puso la parte correspondiente—50 por ciento del monto total—, en este tipo de proyectos, al principio piden al menos 50 por ciento a la institución y 50 por ciento lo pone Conacyt; es difícil que una institución aporte tanto; sin embargo, tuvimos los argumentos para justificar su viabilidad.

La primera solicitud la avalaron 90 investigadores, en su mayoría de la Universidad pero también del INAOE y UDLAP, fue impresionante lograr el consenso y respaldo de tantos investigadores.

Uno de los factores en contra era que ya existían dos laboratorios de su tipo, sin embargo por cuestiones de conectividad y de capacidad impedían que estos laboratorios atendieran a todas las regiones del país, y presentamos el proyecto para atender el sureste de México.

SyC: ¿Qué resultados se esperan a corto plazo?

HSI: Se han cumplido satisfactoriamente aunque no sin experiencias difíciles.

Respecto a las investigaciones, hemos logrado que nuestros usuarios locales desarrollen sus proyectos en ciencia básica y aplicada, además de nuestras convocatorias nacionales con lo que hemos logrado tener por lo menos un socio en algunas entidades del país.

Hasta ahora, hemos logrado ofrecer un diplomado para la formación de recursos en el área—es el inicio hacia la especialización— y, en años próximos ofreceremos la maestría (2017) y el doctorado (2018) en el área.

Otro propósito fue conseguir clientes potenciales, pensamos que este proceso sería más rápido, y aunque va lento creemos que se va a lograr, sucede que falta tiempo para entrevistar a los clientes potenciales y ofrecerles nuestros servicios.

Somos la única Universidad de centro de datos y servicios especializados certificada con International Computer Room Experts Association (ICREA) por el nivel de disponibilidad y alta seguridad.

SyC: ¿Cuáles son las líneas de investigación que se desarrollan en este laboratorio?

HSI: Química y física de materiales, altas energías, algoritmos en computación, *rendering*, fisiología y cosmología son, hasta ahora, las áreas más importantes.

SyC: ¿Hay algún aporte por parte de las empresas al laboratorio, fuera de que adquieran el servicio?

HSI: En este momento eso no está sucediendo. Pretendemos que a largo plazo—una vez que se demuestre que el laboratorio es muy importante— se haga como en Europa que hay una asignación del presupuesto público a los laboratorios de supercómputo para atender las necesidades de todos los usuarios, universidades, empresas y gobierno.

Es parte de un recorrido en la consolidación del uso, la demanda y que haya expertos; el día que completemos ese ciclo los propios empresarios dirán: “necesitamos ese laboratorio, necesitamos presupuesto” y ya no tendremos que pelear el presupuesto peso a peso, no sé cuanto tarde, pero espero poder verlo.

SyC: ¿Se tiene proyectado que el laboratorio crezca?

HSI: Dentro de las etapas de crecimiento del nuevo campus de Valsequillo, se pretende que el laboratorio—cuando adquiera un equipo más grande y la demanda de los clientes así lo requiera— se mude para allá. Con lo que nos da Conacyt estamos incrementando la capacidad de cómputo—con la compra de este año y la del año pasado, prácticamente se va a duplicar la capacidad original del equipo— aunque en cómputo eso es casi mantenerse, la innovación en computación crece muy rápido.

SyC: ¿El recorte al presupuesto de Conacyt para el próximo año podría afectar al laboratorio?

HSI: Conacyt nos ha comunicado que los laboratorios nacionales serán las instituciones con menor impacto en el recorte, eso nos tiene tranquilos; además creemos que a pesar de la depreciación de la economía nacional, será posible posicionar nuestros servicios con clientes potenciales.

SyC: ¿Cuáles son los objetivos a largo plazo?

HSI: Un laboratorio nacional implica muchos recursos y Conacyt no los tiene. Está claro que la convocatoria es para iniciar un laboratorio nacional y no para mantenerlo, eso lo tuvimos claro desde el principio. En ese sentido, trabajamos para darle respaldo continuo—con convocatorias anuales— buscando servicios de tal forma que tengamos ingresos propios y eso nos ayude al crecimiento y al mantenimiento del laboratorio; Conacyt nos pide que seamos autofinanciables en lo que se pueda.

Buscamos áreas de oportunidad; en supercómputo hay muchas áreas de oportunidad pero hay que ir las trabajando poco a poco para concretarlas y, empezamos a ofrecer servicios. Queremos ofrecer un servicio

certificado donde la disponibilidad es prácticamente al 99.95 por ciento del tiempo, de alta disponibilidad y conectividad. Desde el inicio, se proyectó abrir un área de innovación que ofreciera servicios al exterior y que empezara a buscar clientes—desde muy sofisticados como los que podían ser los de las compañías petroleras, que van a buscar procesar y analizar los datos para ver dónde hay todavía nichos de explotación de los recursos petroleros; y en general para manufactura por la simulación de procesos y que puede ayudar al desarrollo o revisión de los productos; hasta clientes relativamente sencillos que requieren servicios tipo nube como alojar páginas, bases de datos y/o procesamiento, etcétera—servicios administrados—, que realmente no requieren supercómputo, este último es un servicio colateral donde lo importante son las instalaciones y la disponibilidad del servicio. Esto requiere tiempo, por lo que esperamos que en cuatro años se puedan ya ofrecer servicios, no solo buscando que haya un retorno de la inversión sino que realmente se use como en los países desarrollados para impulsar las economías locales y regionales.

En Puebla, por ejemplo, está la industria automotriz, no hablo de las grandes armadoras porque ya cuentan con estos recursos, sino las empresas que trabajan autopartes para las grandes armadoras; para éstas es difícil el acceso a servicios de supercómputo y lo requieren para poder certificar sus productos.

Necesitamos garantizar que el laboratorio continúe, mientras eso suceda, la parte académica estaría asegurada y las investigaciones como las que estamos soportando van a ir consolidando los grupos de investigación con experiencia en el uso de supercómputo; más estudiantes aprenderán y desarrollarán sus tesis con estos recursos, y bueno, la cultura irá cambiando poco a poco, de decir que son cajas negras que solamente hacen procesos a optimizarse en usos especializados orientados a las demandas.

Tener la computadora por sí solo no garantiza nada, ya conocemos los elefantes blancos donde no hubo las instalaciones adecuadas, ni los técnicos, ni los investigadores que se promovieran. Es importante sostener a los grupos de investigadores que requieren supercómputo pero no saben usarlo para que se acerquen, se les brinde el apoyo necesario y así colaborar con el impulso a las investigaciones.

El laboratorio hace muy competitivas a las áreas de investigación que requieren supercómputo porque en poco tiempo pueden comprobar cosas que en un experimento directo o en un laboratorio especializado llevarían demasiado tiempo; la simulación es tan detallada y cercana a lo que es un experimento real que lo puede sustituir y dependiendo del número de procesadores, nodos y recursos que se les asignen puede acortar su distancia hasta 10 o 100 veces más rápido. Ganan mucha competitividad en ese sentido. Se esperaría que a la vuelta de algunos años aumente la productividad, el número de artículos por investigador, que los estudiantes se gradúen más rápido y tengan, como parte de sus habilidades el uso de estas herramientas. ☺

Arturo Olivares-Pérez

Hologramas realizados con computadoras

En el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE), el proyecto de hologramas digitales es interdisciplinario; se realizan hologramas digitales por ordenador, en el grupo de holografía y materiales suscrita a la coordinación de óptica. Pero el volumen de cálculos para realizar un holograma digital es muy masivo. Por ello se utilizan los recursos de súper cómputo de la Coordinación de Ciencias Computacionales. Se necesitan un sistema de foto reducción muy eficiente para escribir el código holográfico en puntos del tamaño de entre 1 y 10 micras. Estos son realizados por un sofisticado aparato que fue diseñado para escribir microcircuitos, pero en nuestro caso es adaptado para escribir hologramas, en el laboratorio de Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS) de la coordinación de electrónica.

FOTOGRAFÍAS VS. HOLOGRAMAS

Una fotografía es la imagen grabada en intensidad de luz y color sobre un material fotosensible en una emulsión de gelatina que tiene sales de plata y pigmentos. Los hologramas tienen también la misma capacidad, pero además colectan la información del frente de onda de la imagen (la forma real de la imagen al propagarse). Se utiliza un haz de referencia conocido para recuperar la información del frente de onda.

FRENTE DE ONDA

Al iluminar un objeto, la luz que reflejada manda la información del frente de onda. Este frente es una modulación de fase determinada por cuatro parámetros básicos: 1) intensidad y color; 2) tamaño, forma y detalles del objeto 3D; 3) la distancia objeto y receptor (material fotosensible), y 4) posición de la ventana de visión del receptor (tamaño del material fotosensible). Toda esta información no puede ser detectada directamente por una película fotosensible, pero al superponer la información del frente de onda con un haz de referencia se crea un patrón de interferencia real en intensidad, que puede ser grabado sobre un material fotosensible, el cual es conocido como holograma.

FRENTE DE ONDA

Y HOLOGRAMA CALCULADO POR COMPUTADORA

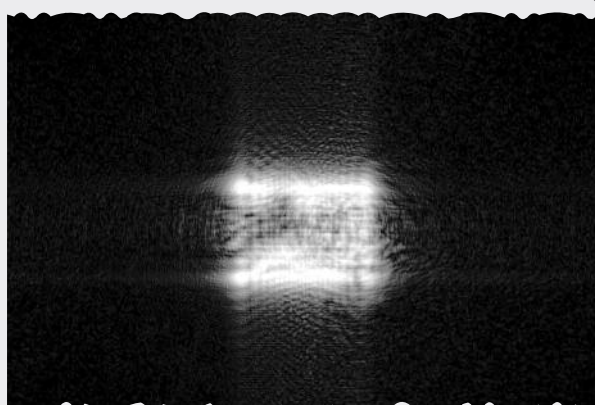
Los cuatro puntos descritos que forman el frente de onda son los parámetros usados para generarlo en un ordenador. A partir de las dimensiones del objeto y la distancia al receptor, se calcula la distancia, punto a punto de la imagen digitalizada del objeto, a punto a punto de las dimensiones del receptor. Este es el cálculo computacional más laborioso y pesado para cualquier ordenador. Tanto la imagen como el receptor se muestrean en unidades gráficas computacionales llamados píxeles. Además, cada imagen tiene tres paletas de color: rojo, verde y azul. La Figura 1a describe un objeto con 300 x 260 píxeles, el cual es mapeado a un plano receptor, donde se forma el frente de onda (Figura 1b), después, al sumarse con un haz de referencia, se forma el holograma (Figura 1c), éstos tienen un tamaño cuatro veces el del objeto, es decir, 1200 x 1040 píxeles.

RECONSTRUCCIÓN DEL HOLOGRAMA

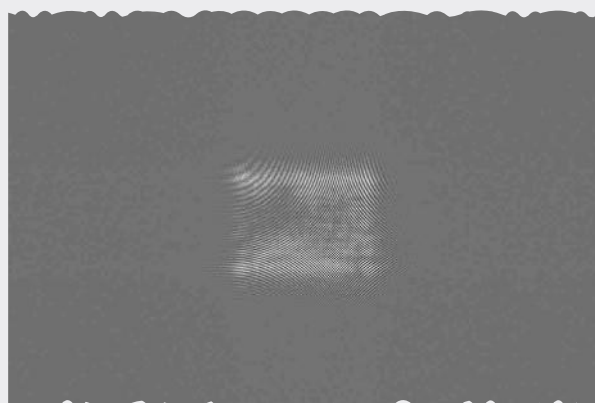
El proceso de reconstrucción también requiere de grandes recursos computacionales obtener la transformada de Fourier del holograma de la Figura 1c (ver Figura 2). Por otro lado, para una reconstrucción óptica de este holograma (Figura 1c) se ilumina con una onda de referencia plana, después pasa por



• Figura 1a. Objeto de 300x260 píxeles



• Figura 1b. Frente de onda 1200 x 1040 píxeles



• Figura 1c. Holograma de Fresnel-Kirchoff 1200 x 1040 píxeles

una lente y en la distancia focal se observa la reconstrucción del holograma similar a la Figura 2. La imagen que se observa en esta figura es la imagen original y su conjugado. En este ejemplo no se aprecia el factor de 3D porque el objeto es una fotografía, pero este mismo proceso se hace para objetos 3D.

CÁLCULOS PARA GENERAR EL FRENTE DE ONDA

El proceso que se ejemplifica en este manuscrito es el siguiente: el objeto (Figura 1a) tiene 300 x 260 píxeles, lo que corresponde a 78,000 píxeles, estos se sumarán a cada pixel para formar el frente de onda (Figura 1b) que son 1,200 x 1,040 es decir 1,248,000 píxeles. Entonces, las distancias entre dos puntos: desde uno del objeto hasta otro del receptor, está dado por dos sumas, tres restas, tres exponentes cuadrados, y un exponente radical, es decir, nueve operaciones para obtener la distancia de un solo punto. Con estas distancias se construyen ondas, lo que correspondería a seis productos, dos divisiones, un exponencial y un módulo, esto es para una sola onda le corresponden en total 19 operaciones, más la suma de todas ellas 78,000 x 1,248,000.

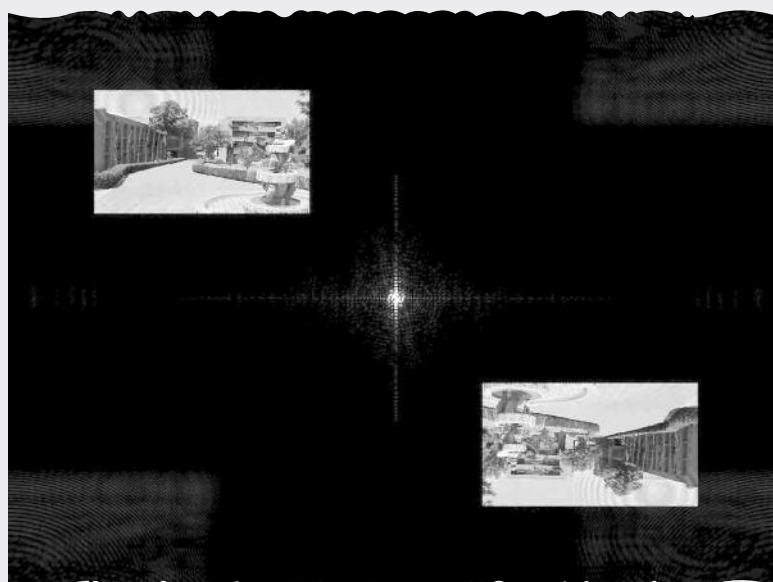
Entonces, para el cálculo de todas las ondas, de todos los puntos, tenemos $19 \times 78,000 \times 1,248,000 + (78,000 \times 1,248,000) = 1,946,880,000,000$ operaciones. Es decir, 1 billón 946 mil 880 millones de cálculos para obtener la Figura 1b. Una vez obtenida la Figura 1b, es fácil y rápido hacer el holograma (Figura 1c). La reconstrucción (Figura 2), dependiendo del tipo de holograma, puede ser rápida o laboriosa. Para este manuscrito hicimos un holograma tipo Fourier sin lentes, cuya reconstrucción es rápida. Todo este cálculo es sólo para una paleta de color, en este caso correspondiente al rojo, si se incluyen las demás paletas, verde y azul, el número de cálculos final sería tres veces más de lo calculado.

LA NECESIDAD DE SUPERCÓMPUTO

El objeto mostrado en este manuscrito es pequeño, de 300 x 260 píxeles; sin embargo, en el campo de la holografía digital, los objetos son de muy alta resolución ya que es necesario tener todos los detalles de la escena con imágenes de 10,000 x 10,000 píxeles. Los hologramas son generalmente, como mínimo, cuatro veces el tamaño del objeto en píxeles. Por lo tanto, hacer este tipo de cálculos en ordenadores convencionales no es viable. Sin embargo, con la herramienta de súper cómputo del INAOE es posible hacer este tipo de hologramas.

Un holograma de 10,000 x 10,000 píxeles, al fotorreducirse tendría dimensiones de 1 cm cuadrado. Es decir, si queremos tener un holograma físico de 10 cm x 10 cm, el holograma generado por computadora debería tener 100,000 x 100,000 píxeles. Entonces los cálculos para formar el frente de onda son colosales, sin embargo, con súper cómputo el cálculo sería de varios días de cpu con 20 procesadores en paralelo.

Podemos entonces concluir que la herramienta de súper cómputo es indispensable para hacer hologramas digitales, por la capacidad de trabajar con múltiples procesadores en paralelo. Pero, además, es esencial utilizar propiedades de simetría para reducir los tiempos de cálculo. Con el laboratorio de súper cómputo y el laboratorio de MEMS es viable diseñar y realizar hologramas por computadora en el INAOE. ☺



• Figura 2. Reconstrucción numérica del holograma en la Figura 1c

Luis Manuel Villaseñor Cendejas

El supercómputo como herramienta en la investigación científica

COMPUTADORAS Y SUPERCOMPUTADORAS

El nombre supercómputo, también llamado cómputo de alto rendimiento o de alto desempeño, se refiere al uso de las computadoras más poderosas que existen, aquellas que actualmente se usan para hacer operaciones matemáticas que serían imposibles en las computadoras de escritorio; estos cálculos son normalmente de tipo científico pero no necesariamente, por ejemplo cabe mencionar que las empresas que se dedican a hacer películas animadas o con efectos especiales, cuentan con equipos de supercómputo comparables a los de los mejores centros de investigación del mundo.

Las primeras computadoras electrónicas se construyeron hace cerca de 80 años, anteriores a la invención del transistor que ocurrió en 1948. Eran unos aparatos impresionantes que ocupaban cuartos enteros llenos de tubos al vacío. Sin embargo, la computación tuvo un poderoso impulso gracias a la comercialización de las primeras computadoras personales a mediados de la década de los 70s. Estas primeras computadoras de escritorio contaban con procesadores que eran capaces de realizar hasta medio millón de instrucciones por segundo (una unidad que se llama MIPS).

Para ejemplificar el enorme avance que han logrado las computadoras basta recordar que un procesador moderno, como los que se usan actualmente en las laptops más rápidas, tiene un poder de cómputo cercano a 200 000 MIPS, es decir que las computadoras personales han tenido un progreso en velocidad de cómputo de cerca de 400 mil veces.

Avances igualmente espectaculares se han logrado también en la cantidad de memoria temporal y de almacenamiento de datos, por ejemplo la cantidad de memoria temporal, conocida como memoria RAM por las siglas en inglés "Random Acces Memory", es ahora cerca de 2 millones de veces mayor en las computadoras portátiles que la que tenían las primeras computadoras personales de escritorio.

LAS SUPERCOMPUTADORAS MÁS RÁPIDAS DEL MUNDO

En contraste con las computadoras portátiles y las de escritorio que poseen un procesador, las supercomputadoras actualmente se construyen con cientos de miles de procesadores que trabajan simultáneamente. La lista de las 500 supercomputadoras más rápidas del mundo, conocida como "Lista TOP500", se publica cada seis meses, de modo que la última lista se publicó en junio de 2016. En esta lista la computadora más rápida del mundo la ocupa una computadora recién construida que se llama "Sunway TaihuLight" y que pertenece al gobierno de China.

La velocidad de cómputo de las supercomputadoras modernas se mide en unidades de PetaFLOPS, donde el prefijo Peta equivale a un uno seguido de 15 ceros, así como el prefijo kilo equivale a un uno seguido de tres ceros, y FLOPS es un acrónimo que significa "operaciones de punto flotante por segundo" por sus siglas en inglés. Esta supercomputadora china posee una velocidad máxima de cómputo de 93 PetaFLOPS, desplazando a otra supercomputadora también china que había sido la más rápida durante los últimos tres años. Mientras que la supercomputadora más rápida de Estados Unidos, llamada Titán, que hace cuatro años era la más rápida del mundo quedó ahora en el tercer lugar.

¿PARA QUÉ SIRVE EL SUPERCÓMPUTO CIENTÍFICO?

El uso del supercómputo con fines científicos permite abordar una gran cantidad de problemas científicos que de otro modo serían difíciles o imposibles de resolver. Por ejemplo la predicción confiable del clima a escalas de tiempo cada vez mayores sería imposible sin el uso de las supercomputadoras. Otros ejemplos son la simulación de la creación y evolución de las galaxias que componen a nuestro Universo; el estudio de nuevos fármacos en el tratamiento de enfermedades; el estudio de las corrientes de aire en un nuevo diseño aerodinámico de un avión o de un auto; la búsqueda de números primos que tienen más de 100 millones de dígitos; el análisis de los datos de los mayores aceleradores de partículas para buscar nuevas partículas, como ocurrió en 2012 con la partícula Higgs descubierta en



el laboratorio CERN en Europa; el análisis de los datos del movimiento de las galaxias para entender mejor la expansión acelerada del Universo; el estudio de nuevas moléculas, por mencionar solo algunos.

Podemos afirmar que en prácticamente todas las áreas del conocimiento se requiere actualmente, o se requerirá en el futuro próximo, del uso de la supercomputación, lo cual nos permitirá aumentar substancialmente nuestro conocimiento de la naturaleza y sin duda incrementar la duración y la calidad de la vida humana.

LABORATORIO NACIONAL DE SUPERCÓMPUTO DEL SURESTE DE MÉXICO

El Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) se encuentra en

el campus de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y cuenta con una supercomputadora que tiene una velocidad máxima de cómputo de 0.2 PetaFLOPS. Este proyecto fue aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en mayo de 2014 y en él participan además de la BUAP el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y la Universidad de las Américas.

En su calidad de Laboratorio Nacional de Supercómputo, el LNS permite que además de los investigadores del consorcio formado por estas tres instituciones, otros investigadores de cualquier parte de México puedan hacer uso de los recursos de supercómputo a través de convocatorias nacionales que periódicamente publica el LNS.

La variedad de problemas científicos a los que el LNS está contribuyendo para su solución incluyen el misterio del origen y la naturaleza de las partículas más energéticas del Universo, conocidas como rayos cósmicos ultra energéticos, que se han detectado con el Observatorio Pierre Auger que se encuentra en Argentina, el estudio de las explosiones más violentas que ocurren en el Universo y que originan chubascos de rayos gamma que se buscan en el Observatorio HAWC que se encuentra en la Sierra Negra en México, el comportamiento de las partículas subatómicas que se estudian en el Laboratorio CERN en Europa a través del experimento llamado CMS, en particular el LNS permite hacer simulaciones de estas partículas que son vitales para este tipo de descubrimientos científicos, como fue el caso del descubrimiento de la partícula Higgs en 2012 en el CERN, el estudio de los rayos gamma de mayores energías que se detectan con el Observatorio HAWC, el comportamiento de la materia en condiciones extremas de alta temperatura y alta densidad que se estudian también en el CERN a través del experimento llamado ALICE.

En el área de la salud la supercomputadora del LNS modela problemas de cardiología y neurociencias así como propiedades de algunas biomoléculas, se usa también para el diseño de circuitos integrados con aplicaciones biomédicas, se usa también para cuantificar la dosis entregada mediante la técnica de braquiterapia, entre otros. En el área de la ciencia de materiales los recursos de supercómputo del LNS se usan para estudiar el comportamiento de nanoestructuras y otros compuestos nuevos. En el área de las ciencias sociales se usa para el estudio de la dinámica de poblaciones. En el área de energías limpias se usa para investigar algunos yacimientos geotérmicos que existen en México.

Los problemas científicos que se han mencionado constituyen solo una muestra del modo en que se está usando la supercomputadora del LNS para contribuir a resolver problemas científicos de nivel mundial y para contribuir a resolver algunos problemas nacionales como en el caso de la energía geotérmica o la dinámica poblacional.

Otro aspecto de suma importancia es la formación de ingenieros y técnicos, para que sean capaces de enfrentar los retos actuales y futuros relacionados con esta nueva tecnología, así como el acompañamiento a los investigadores para aprovechen al máximo la alta velocidad de cómputo científico, y elevado volumen de datos que se pueden manejar en las nuevas instalaciones de supercómputo como el LNS. Por esta razón se imparte actualmente un programa de Diplomado

5

en Supercómputo en el LNS con una duración total de 120 horas. A corto plazo se impartirá, además, un programa de Especialidad en Supercómputo y a mediano plazo esperamos abrir un programa de Maestría en esta disciplina emergente en nuestro país.

PERSPECTIVAS DEL SUPERCÓMPUTO EN EL FUTURO PRÓXIMO

Ante la pérdida frente a China del liderazgo en supercómputo que tuvo Estados Unidos hasta hace tres años, el presidente Obama ha firmado un acuerdo para incrementar el presupuesto de su país en este ramo, y poner en funcionamiento al menos tres supercomputadoras con velocidades superiores a los 150 PetaFLOPS a partir del año 2018.

Aparte del uso de los procesadores convencionales, conocidos como CPUs por sus siglas en inglés, algunas supercomputadoras están usando un nuevo tipo de procesamiento que tiene sus orígenes en las tarjetas de video y que se llaman unidades de procesamiento gráfico (GPUs). Las GPUs tienen la ventaja de que, para

una misma velocidad de supercómputo, son de más baratas y consumen menos electricidad que los sistemas basados en CPUs. Podemos esperar un número cada vez mayor de supercomputadoras de tipo híbrido que usen tanto procesadores centrales CPU como tarjetas de GPU, como es el caso de la supercomputadora Titán.

La aparición de las tarjetas GPU en supercómputo científico viene a aliviar en parte la preocupación de la comunidad científica de que cada vez se hace más difícil que se siga cumpliendo la llamada Ley de Moore, la cual expresa el hecho empírico de que, en los últimos 50 años, los fabricantes de procesadores de cómputo han logrado duplicar cada dos años el número de transistores en sus chips. Por otro lado, la anhelada computación cuántica, la cual permitirá incrementar dramáticamente la velocidad de supercómputo, aún tiene muchos obstáculos que superar antes de convertirse en una realidad. ✉

lvillasen@gmail.com ✉

Denise Lucero Mosqueda

La
Entrevista

LNS, herramienta para ampliar nuestros conocimientos sobre el Universo

Desde que se proyectó, el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) tiene el respaldo de 90 investigadores de tres instituciones de educación superior que desarrollan investigación en ciencia básica y aplicada: la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Esta herramienta permitirá el desarrollo de estudios de investigadores y estudiantes.

Ivânio Puerari, astrofísico del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, es uno de los investigadores interesados y en espera de usar supercómputo para desarrollar parte importante de sus investigaciones; en entrevista con este suplemento comparte el uso del supercómputo en el área de la Astronomía en que desarrolla sus investigaciones.

Saberes y Ciencias (SyC): ¿De qué modo participa en el uso del LNS?

Ivânio Puerari (IP): Somos varios los interesados en usar los clústeres del LNS, incluyendo a los estudiantes. Soy astrofísico y en este momento estudio dinámica de galaxias. La dinámica galáctica es el estudio de cómo las estrellas se mueven en una galaxia. Hay galaxias de formas variadas y las estrellas se mueven de manera diferente; por ejemplo, hay galaxias que contienen un disco de estrellas las cuales sabemos que están rotando y hay otras galaxias donde las estrellas van en distintas direcciones. Nosotros investigamos para entender por qué una galaxia presenta determinada morfología y por qué no hay galaxias con morfologías más complejas.

SyC: ¿Cuál es su especialidad?

IP: Soy astrofísico teórico y computacional, pero también realizo análisis de datos observacionales. Mis principales áreas de investigación son la astrofísica extragaláctica y la dinámica de sistemas estelares.

SyC: Dicen que hay astrónomos observacionales, teóricos y computacionales, ¿cuál es la diferencia?

IP: Como su nombre lo indica, los astrónomos observacionales trabajan principalmente con datos obtenidos de observaciones. Pueden obtener dicha información por cuenta propia, u obtenerlos de grandes bases de datos que están disponibles para la comunidad científica. Su investigación se centra en analizar los datos y obtener parámetros físicos de los objetos para entender su naturaleza.

Por otro lado, los astrofísicos teóricos hacen su investigación calculando y resolviendo ecuaciones matemáticas sin realizar observaciones; buscan entender la naturaleza del universo basados en principios básicos que a su vez son expresados en lenguaje matemático. Estas ecuaciones son interpretadas para generar relaciones matemáticas entre los parámetros físicos que conocemos.

Y los astrofísicos computacionales basan sus investigaciones en la utilización de computadoras para la

resolución de sus ecuaciones de una manera numérica. Así, utilizando grandes recursos computacionales, pueden resolver problemas que son imposibles de resolver de forma analítica.

SyC: ¿Para qué la astronomía requiere del Supercómputo?

IP: Las supercomputadoras —conjuntos de procesadores que pueden tener de cientos a millones de cpu's— tienen la capacidad de realizar una gran cantidad de cálculos matemáticos. Sus aplicaciones en astrofísica se efectúan a diversas escalas, como formación de planetas, formación de estrellas, medio interestelar, formación de galaxias, dinámica de galaxias, formación de cúmulos de galaxias y la evolución del universo mismo. Una de las grandes e importantes aplicaciones del supercómputo en astronomía es el cálculo de modelos cosmológicos para entender como el universo se ha formado y como evolucionará en el futuro.

Ahora, se pueden hacer simulaciones de galaxias sólo considerando las estrellas —que son la mayor parte de la masa de una galaxia—, pero si quieres saber cómo es la formación estelar entonces necesitas otro modelo matemático que maneje ecuaciones de la evolución del gas. Un modelo puede entenderse como una serie de ecuaciones a ser resueltas; mientras más complejo sea el modelo, mucho más ecuaciones a ser resueltas tendrá y las computadoras necesitan tener más poder de cálculo para resolver todas éstas en menos tiempo.

También es posible realizar cálculos de órbitas de potenciales gravitacionales que representan distintas distribuciones de materia. Cada distribución de masa —por ejemplo el sol— crea un potencial de determinada forma; a partir de ello es posible describir las fuerzas que crea este potencial y calcular las órbitas que evolucionan en ese potencial.

Es posible realizar análisis de estabilidad y de caos de órbitas; antes se pensaba que todas las órbitas serían bastante estables porque las galaxias sobreviven muchísimo tiempo, pero ahora es posible saber que una órbita es caótica y que puede dar soporte una estructura sin destruirla.

El estudio de la interacción de galaxias es otro caso del uso del supercómputo en astronomía. Por ejemplo, supongamos que realizamos dos simulaciones de galaxias: se crea el modelo y se crea toda la distribución de partículas —esas son las estrellas de la galaxia. Una de esas simulaciones evoluciona como un modelo aislado y al otro se le integran perturbaciones. Es importante destacar que no es posible hacer interacciones de galaxias a mano calculando y resolviendo ecuaciones: se hace todo con simulaciones numéricas y para ello necesitas clústeres científicos de alto rendimiento.

Es importante comprender que no sólo es necesario el recurso, en este caso de cómputo, sino sobre todo, tener ideas, tener curiosidad y la necesidad de saber más. Una computadora no funciona por sí sola, se requiere de un cerebro detrás de ella.

La evolución tecnológica permite ampliar nuestros conocimientos en menor tiempo: hace unos años, las simulaciones numéricas que yo hacía eran de 40 mil partículas; ahora con esta tecnología es posible hacer simulaciones de varios millones de partículas. Los resultados son diferentes: esta última simulación es más creíble, tiene mucho más resolución. Claro, si es la realidad, eso es otra cosa.

SyC: Entonces, ¿hay áreas de la astronomía que no se realizarían sin supercómputo?

IP: Uno podría pensar que sólo el astrofísico computacional depende de supercómputo, pero esa impresión dista mucho de la verdad. Por ejemplo, el astrónomo observacional muchas veces recurre a resultados de modelos calculados con supercomputadoras para encontrar el mejor valor de determinadas cantidades físicas basadas en las cantidades observacionales que él determina. De la misma manera, mucha investigación teórica de la formación y evolución del Universo, por ejemplo, está basada en resultados de grandes simulaciones numéricas que son procesadas en supercomputadoras. ✉

deniselucero@gmail.com ✉

María del Pilar Gómez Gil

El Supercómputo como herramienta de investigación para problemas difíciles de reconocimiento

A todos aquellos que hemos tenido la fortuna de vivir el crecimiento vertiginoso de la tecnología nos resulta complicado transmitir a los más jóvenes la sorpresa que nos ocasiona comprobar todo lo que se puede hacer actualmente con los dispositivos electrónicos. Por ejemplo, mi teléfono celular posee más poder de cómputo que la computadora que utilicé en los años 80's para programar mi proyecto de grado de licenciatura. Sin embargo, lo que más me sorprende es que el crecimiento en velocidad de ejecución y el decremento en el costo de la fabricación de *hardware*, ha puesto al supercómputo al alcance de todos.

¿Qué es una supercomputadora y para qué puede servirme? La famosa enciclopedia digital *Wikipedia* define a una supercomputadora como "aquella computadora con una capacidad de cálculo de alto nivel, esto comparado con computadoras de propósito general." Esta definición suena más bien vaga, pero es bastante representativa del concepto. La capacidad de las computadoras convencionales se mide en términos del número de instrucciones que pueden realizar por segundo, y dado que este valor es bastante grande y crece cada día, es más práctico usar como unidad de medida a "millones de instrucciones por segundo" (MIPS por sus siglas en inglés). Cuando se habla de supercomputadoras lo importante es el número de operaciones que pueden ejecutarse con números reales por segundo (FLOPS por sus siglas en inglés).

En la actualidad los científicos que deciden cuáles son las 500 computadoras más poderosas del mundo¹ ya no se preocupan mucho por definir lo que es una supercomputadora, sino más bien evalúan a una computadora "candidata" a supercomputadora con respecto a una serie de parámetros, entre ellos la velocidad con que resuelve un problema típico donde hay una gran cantidad de operaciones matriciales: la solución de un sistema lineal de ecuaciones de la forma $Ax = b$ que utiliza aritmética flotante, donde A es una matriz densa generada al azar.

Las computadoras que actualmente pueden resolver más rápidamente este problema son capaces de ejecutar 4×10^{15} instrucciones de aritmética flotante ¡por segundo! Además de estos monstruos del cálculo, existen otros sistemas de cómputo bastante más lentos, pero aun así mucho más poderosos que las computadoras de escritorio, conocidos como GPU's (siglas en inglés de "unidad de procesamiento gráfico"). Estos sistemas ejecutan multiplicaciones y sumas en paralelo a través de tarjetas de *hardware* que se añaden a la arquitectura original de una computadora. Los GPU's son muy populares debido a su alto desempeño al utilizarse en videojuegos, además de que actualmente se utilizan en una gran cantidad de aplicaciones.

Sin embargo, es importante considerar que para utilizar al máximo el poder de las supercomputadoras, o de los procesadores basados en GPU's, es necesario ajustar cuidadosamente la manera en que se formulan los problemas y en que se escriben los programas de cómputo, a fin de aprovechar el paralelismo en la ejecución de las instrucciones².

La siguiente pregunta a responder es: ¿para qué necesitamos ejecutar tantas operaciones por segundo y tan rápidamente? Realmente hay muchas razones, algunas bien conocidas incluyen el resolver los sistemas de ecuaciones que permiten predecir el clima o estimar distancias entre sistemas solares. Sin embargo, una razón para usar supercómputo, que está ganando un profundo interés en la comunidad científica de la inteligencia artificial (IA), es para entrenar automáticamente sistemas capaces de reconocer patrones e inferir conocimiento a través de analizar millones de datos. Esta inferencia puede realizarse usando datos almacenados sin ningún tipo de estructura, lo cual es muy útil dada la cantidad de información que se genera y almacena diariamente en las computadoras. Yann LeCun, científico y actualmente director de Investigación de IA en Facebook, opina que en el futuro, la mayoría del conocimiento del mundo estará en las computadoras y será extraído de computadoras³.

La inteligencia computacional o "cómputo suave" es una de las ramas de la IA que se encarga de diseñar algoritmos capaces de representar conocimiento a

través de modelos matemáticos que operan usando números. Entre las muchas técnicas que se han propuesto para extraer conocimiento, está la que se conoce actualmente con el nombre de "aprendizaje profundo" (DL por sus siglas en inglés). La gran ventaja del DL es que encuentra patrones en los datos sin necesidad de contar con una definición explícita y *a priori* de las características que identifican a los patrones que se buscan, sino que automáticamente se generan dichas características manipulando los datos crudos. Para extraer características, los sistemas DL

utilizan una gran cantidad de niveles jerárquicos de procesadores-extractores, los cuales se encuentran dentro de un sistema que finalmente consigue aprender automáticamente. El adjetivo "profundo" en el nombre de la técnica, se refiere precisamente a que se utilizan varios niveles de aprendizaje para la extracción del conocimiento.

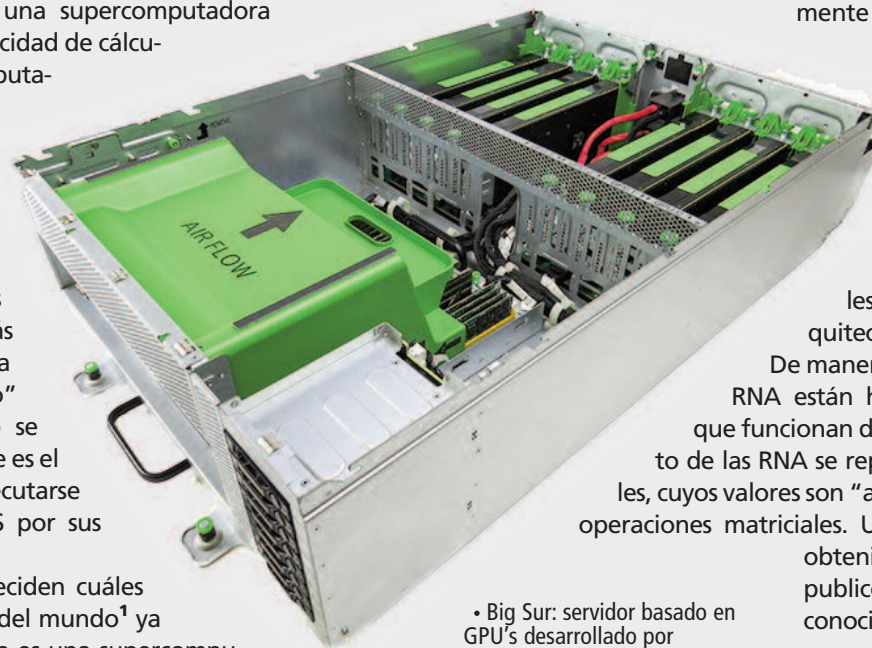
Los extractores de conocimiento y clasificadores usados en DL se construyen con base en modelos matemáticos conocidos como "redes neuronales artificiales" (RNA), los cuales están inspirados en la arquitectura del cerebro y de las neuronas biológicas.

De manera similar al cerebro, los componentes de una RNA están hechos de procesadores simples (neuronas) que funcionan de forma paralela y distribuida. El conocimiento de las RNA se representa en parámetros que son valores reales, cuyos valores son "aprendidos" de forma incremental a través de operaciones matriciales. Uno de los primeros experimentos notorios

obtenidos con las redes neuronales profundas se publicó en 2012, cuando el proyecto de Google conocido como "Google Brain" presentó un sistema que aprendió a reconocer gatos sin ninguna supervisión, a través de "ver" cerca de 10 millones de imágenes en YouTube, usando aproximadamente 16 mil computadoras⁴. Actualmente DL ha mostrado su poderío y practicidad para el reconocimiento de caras y para el entendimiento del lenguaje. DeepFace⁵ es una de las aplicaciones más famosas de DL, ya que forma parte de los algoritmos que utiliza la compañía Facebook. Esta red neuronal

utiliza alrededor de 120 millones de parámetros y fue entrenada usando una base de datos con 4 millones de imágenes pertenecientes a más de 4,000 clases.

De forma similar a la utilizada para analizar imágenes o texto, los algoritmos DL también pueden analizar series de tiempo u otro tipo de señales digitales, aunque este paradigma de aplicación está empezando a investigarse. En el INAOE estamos desarrollando un proyecto para diseñar algoritmos DL capaces de reconocer y predecir eventos en señales digitales complejas, tales como los electroencefalogramas (EEG). Dichos algoritmos deberán descubrir patrones que permitan identificar automáticamente posibles estados anormales o enfermedades, a través de observar dichas señales de forma continua y encontrar automáticamente los patrones de señales que representen a dichos estados y que no son obvios a primera vista. Para realizar este proyecto, estamos utilizando el equipo proporcionado por el Laboratorio de Supercómputo del INAOE, el cual forma parte del Laboratorio de Supercómputo del Sureste de México⁶.



• Big Sur: servidor basado en GPU's desarrollado por Facebook para aplicaciones de inteligencia artificial usando aprendizaje profundo. Imagen tomada de https://scontent.xx.fbcdn.net/t3.9.2365-6/12057171_1651307828480035_1295090969_n.jpg

pgomez@inaoep.mx ✉

Referencias

- 1 Top 500, the List. <https://www.top500.org>
- 2 <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/use-a-gpu-to-turn-a-pc-into-a-supercomputer>
- 3 "The Five Tribes of Machine Learning (And What You Can Learn from Each)," Pedro Domingos, Webinar, Association of Computing Machinery (ACM). Dec. 29, 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=E8rOVwKQ5-8>
- 4 <http://www.nytimes.com/2012/06/26/technology/in-a-big-network-of-computers-evidence-of-machine-learning.html>
- 5 <https://research.facebook.com/publications/deepface-closing-the-gap-to-human-level-performance-in-face-verification/>
- 6 <http://www.inaoep.mx/noticias/?noticia=341&anio=2015>
- 7 <https://code.facebook.com/posts/1687861518126048/facebook-to-open-source-ai-hardware-design/>

Enrique Varela, Alejandra Parra, Humberto Salazar, Oscar Martínez

Los rayos cósmicos ultra energéticos

RAYOS CÓSMICOS

Los rayos cósmicos son partículas cargadas que llegan desde el espacio y que están continuamente bombardeando a la Tierra, desde cualquier dirección. En su mayoría son protones con una componente menor formada por núcleos de átomos más pesados. Los rayos cósmicos ultra energéticos en particular viajan a velocidades cercanas a las de la luz y constituyen las partículas más energéticas detectadas hasta el momento.

Hasta ahora el origen de los rayos cósmicos sigue siendo uno de los grandes misterios de la ciencia, y se han desarrollado múltiples modelos para explicar este fenómeno. Uno de los factores que dificulta conocer de dónde provienen es que, al tratarse de partículas cargadas, sus trayectorias se ven afectadas por los campos magnéticos que deben atravesar en su camino a la Tierra. Los científicos han especulado sobre diferentes posibilidades para el origen de los rayos cósmicos; sin embargo, no se tienen pruebas contundentes para ninguna de ellas, por esto es que se espera recabar más datos para saber cuál de las propuestas es correcta o bien si es algo completamente diferente.

OBSERVATORIO PIERRE AUGER

El Observatorio Pierre Auger es el más grande en su género y cuenta con una colaboración internacional formada aproximadamente por 500 investigadores de 19 países diferentes. Entre estos, se encuentran investigadores y estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. El Observatorio Pierre Auger, que se encuentra operando desde el año 2004 cerca de la localidad de Malargüe, en la provincia de Mendoza, en Argentina, utiliza dos técnicas de detección de las cascadas de partículas secundarias debidas a los rayos cósmicos ultra energéticos. Una se basa en un arreglo de detectores de superficie (SD) y la otra utiliza detectores de fluorescencia (FD). Con estos dos sistemas de detectores se toman datos sobre la llegada de las partículas secundarias al suelo y su paso a través de la atmósfera. (Pierre Auger Collaboration, 2015).

Hace algunos años, el Observatorio Pierre Auger se mejoró con la puesta en marcha de dos extensiones a sus arreglos de detección con el objetivo de ser sensible a rayos cósmicos de más baja energía (1×10^{17} eV). La principal motivación para realizar estas mejoras fue el estudio de la transición de los rayos cósmicos de origen galáctico a los de origen extragaláctico, que con la evidencia actual se cree que ocurre entre 3×10^{16} eV y 5×10^{18} eV. Otra motivación fue el estudiar posibles cambios de composición. Estas mejoras nos permitirán lograr un mayor entendimiento de los rayos cósmicos.

En particular, el grupo de México (BUAP) está jugando un papel importante en el análisis de los datos para determinar el cambio en el índice espectral que ocurre entre 10^{17} y 10^{18} eV.

Contribución del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México en el Estudio de los Rayos Cósmicos Ultra Energéticos

El Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste (LNS) cuenta actualmente con una supercomputadora constituida por 272 nodos con 24 núcleos de procesamiento de última generación cada uno, que en conjunto tienen la capacidad de realizar aproximadamente 200 billones de operaciones por segundo (200 Teraflops).

Su alta velocidad de cómputo, aunada a su gran capacidad de almacenamiento de datos, han permitido que el LNS se esté usando ampliamente por investigadores en el área de la Física de Partículas Elementales y de Astropartículas, enriqueciendo la participación de México en los proyectos internacionales siguientes: HAWC, AUGER, LAGO, ALICE-LHC y CMS-LHC.

En particular en el área de los rayos cósmicos ultraenergéticos el trabajo que se realiza con la infraestructura del LNS, es el estudio, por medio de simulaciones, de



▲ Una de las estaciones del arreglo de superficie del Observatorio Pierre Auger. ▼ Primer SSD instalado en campo, en una de las estaciones del arreglo de superficie. En la imagen aparecen miembros de la Colaboración Pierre Auger, que se encargaron de su instalación.

la influencia de los modelos de interacción hadrónica en la determinación de la composición química de los rayos cósmicos. El parámetro experimental considerado es la llamada X_{max} (la profundidad atmosférica donde la lluvia adquiere su máximo desarrollo), a continuación enumeramos los pasos que realizamos en el LNS.

1. Los chubascos cósmicos son simulados usando el programa de Monte Carlo CONEX [2]. Se generan ocho conjuntos de 10 mil lluvias cada uno, para primarios compuestos de protones y hierros con los modelos hadrónicos QGSJET versión 04 [3] y SIBYLL versión 2.1 [4]; las lluvias se generarán en un rango de energía de 1×10^{17} eV y 1×10^{18} eV. Las directivas del programa fueron fijadas a fin de evaluar el perfil longitudinal de partículas.

2. Se simula la respuesta de los telescopios de fluorescencia HEAT ante una lluvia de partículas originada por un rayo cósmico de muy alta energía, se efectuó mediante *software* de la colaboración Auger llamado *offline* con modificaciones hechas por el grupo de investigadores de la BUAP y lee directamente los perfiles longitudinales de partículas generados externamente mediante el programa CONEX (punto 1). Cada conjunto de 10,000 lluvias de un mismo tipo (primario y modelo hadrónico) se distribuye 200 veces en forma aleatoria dentro del campo de visión de HEAT.

3. Se reconstruyen datos de eventos reales de HEAT con el *software offline* y se corrige los resultados de la medición de la X_{max} usando las simulaciones.

4. Una vez que se corrigen las mediciones de la X_{max} se hace el análisis de estos resultados para obtener información de la composición.

Los resultados de estas simulaciones por parte del grupo Auger Puebla, usando los recursos de súpercomputo del LNS, se han usado para determinar los errores sistemáticos en la medición de la X_{max} . El LNS se ha usado también por este grupo para estudiar las posibles fuentes de los rayos cósmicos ultra energéticos.

AUGERPRIME

En noviembre del año pasado fue anunciada la nueva etapa del Observatorio Pierre Auger, denominada AugerPrime, la cual consiste en la adición de un detector de centelleo a las estaciones de superficie del Observatorio (Pierre Auger Collaboration, 2016).

Esta actualización tiene como objetivo mejorar los resultados en cuanto a composición de los rayos cósmicos ultra energéticos, lo cual tiene implicaciones directas en el conocimiento de su origen. Para esto se tienen considerados varios escenarios astrofísicos o posibles fuentes. Entre estas fuentes se encuentran las explosiones de rayos gamma (GRB's), las galaxias con núcleo activo (AGN's), es decir, aquellas que tienen un agujero negro en su centro, además de los remanentes de super novae y de las colisiones de galaxias.

Desde su inicio varios investigadores y alumnos de la Facultad de Física y Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, han participado muy de cerca en esta nueva etapa del Observatorio Pierre Auger. Es importante mencionar que el LNS ha jugado un papel detonador de esta participación para permitir desentrañar un misterio centenario de la Naturaleza en relación con las propiedades de los rayos cósmicos ultra energéticos. ☞

enrique.varela@correo.buap.mx · alejandra.parra@alumno.buap.mx ✉

Referencias

- [1] <http://visitantes.auger.org.ar/index.php/los-rayos-cosmicos.html>
- [2] Pierre Auger Collaboration, A. Aab et al. (2015). "The Pierre Auger Cosmic Ray Observatory", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A, 798 (2015), pp 172-213.
- [3] Pierre Auger Collaboration, Alexander Aab, et al. (2016). "The Pierre Auger Observatory Upgrade: Preliminary Design Report", arXiv:1604.03637.

Cederik León de León Acuña, Humberto Salazar Ibargüen, Luis Manuel Villaseñor Cendejas

Destellos de rayos gamma



► Nodos de procesamiento en el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (BUAP)

ANTECEDENTES SOBRE LOS DESTELLOS DE RAYOS GAMMA

Los destellos de rayos gamma (GRBs por sus siglas en inglés), son las explosiones más violentas conocidos en el Universo (Mészáros, 2013). Su descubrimiento ocurrió por casualidad a fines de los años 60's, cuando los detectores a bordo de los satélites Vela, puestos en órbita por el gobierno de los Estados Unidos unos años antes con el propósito de monitorear, desde el espacio, la posible existencia de pruebas nucleares clandestinas por parte de la Unión Soviética.

Para este fin los satélites Vela contaban con detectores de rayos gamma, los cuales son partículas similares a los fotones de la luz ordinaria pero de mucho mayor energía, que se producen como subproducto en las explosiones nucleares. Después de algún tiempo de tomar datos en forma sistemática se descubrieron los destellos, también llamados ráfagas, de rayos gamma provenientes del espacio exterior de origen natural, es decir, no relacionado con explosiones nucleares de origen humano (Rees M, 2000).

Para que el lector tenga una idea de la energía involucrada en las explosiones que originan los destellos de rayos gamma, podemos decir que la energía electromagnética liberada por un GRB durante algunos segundos es comparable con la energía que una estrella típica como nuestro Sol liberara en un lapso de tiempo de 10 mil millones de años! (Rees M, 2000).

Hasta ahora los GRBs solo se han detectado por instrumentos a bordo de satélites, aunque se buscan también por observatorios en tierra. La frecuencia con la que se detectan es de alrededor de una docena cada año. Su detección es muy importante debido a que los fotones de alta energía, producidos en estos eventos, viajan en línea recta, a diferencia de las partículas cargadas que son afectados por los campos magnéticos que existen en nuestra galaxia y en el espacio intergaláctico. Por esta razón se puede obtener información precisa sobre la localización espacial de los objetos que los producen.

SIMULACIONES QUE AYUDAN EN LA DETECCIÓN Y ESTUDIO DE LOS GRBs

Una de las propuestas para estudiar los GRBs, sus propiedades y características, involucra el diseño, desarrollo, construcción y mantenimiento de instrumentos especializados; estos pueden estar orbitando la tierra, por ejemplo en satélites, ó en observatorios ubicados en la Tierra.

En las simulaciones por computadora se pueden reproducir las condiciones de un experimento y su entorno de manera virtual, sin tener que construir dispositivos complejos, maquinarias o equipos electrónicos sofisticados y evitar gastos, lo que permite conocer de antemano y con un alto grado de precisión cuales serán los posibles resultados y desempeño de los experimentos. Todo ello se reproduce mediante programas de computadora que pueden ser manejados por una sola persona en una computadora de escritorio, inclusive hasta en tabletas, teléfonos celulares "inteligentes" y computadoras portátiles. Dependiendo del grado de complejidad de las simulaciones, el tiempo que los equipos de cómputo requieren para arrojar resultados podrá ser considerablemente mayor, de tal manera que una simulación de un fenómeno físico complejo podría tomar decenas de años en una computadora casera.

Al inicio de una simulación se definen las condiciones iniciales, mismas que son procesadas por la computadora resolviendo ecuaciones que pertenecen a modelos matemáticos que describen puntualmente el desarrollo del fenómeno. El resultado sirve como insumo para un nuevo conjunto de cálculos, y así, una y otra vez hasta que se cumplan ciertas condiciones propias de los modelos, este proceso puede repetirse unas pocas veces (decenas) o puede que se requieran miles de millones para lograr algún resultado.

SIMULACIONES A GRAN ESCALA EN EL LABORATORIO NACIONAL DE SUPERCÓMPUTO DEL SURESTE DE MÉXICO

Cuando un fotón de alta energía interactúa con los núcleos de los átomos que constituyen nuestra atmósfera, produce un chubasco de partículas secundarias que a su vez vuelven a interactuar, esto se repite hasta que ya no hay suficiente energía para ello. En este proceso algunas partículas, dependiendo de su naturaleza y propiedades, depositan toda su energía y ya no siguen su camino, otras alcanzan a llegar a los detectores dejando señal que se puede analizar y eventualmente realizar afirmaciones; esto requiere de la construcción y operación de dispositivos que permitan registrar las señales producidas por las partículas pertenecientes al desarrollo del chubasco.

Lo anterior puede simularse con programas de computadora muy sofisticados que se encargan de calcular las ecuaciones involucradas en el modelo físico y matemático del fenómeno, esto se realiza para cada una de las partículas que se van produciendo a lo largo de la vida del chubasco.

La simulación de estos chubascos, requiere, además de los cálculos matemáticos, de almacenar y relacionar toda la información de cada partícula del proceso para dar seguimiento a millones y millones de partículas. Posteriormente estos resultados pueden ser analizados por expertos, permitiéndoles mejorar los modelos y refinar las teorías científicas, e inclusive proponer nuevas teorías.

Pero hasta ahora hemos hablado de un fotón, es decir una partícula, que inicia un chubasco atmosférico. El realizar una sola simulación resulta ser insuficiente para que de ella se puedan obtener resultados estadísticamente significativos y tener la certidumbre sobre afirmaciones que de ellos resulten; simular 2 eventos de esta naturaleza tampoco es suficiente, 10 tampoco, ni 100, ¡ni siquiera 1000!

Normalmente se requieren millones de simulaciones, decenas de miles de millones en algunos casos, para un tipo específico de fenómeno, para que los resultados obtenidos sean estadísticamente significativos, es decir, que sean lo suficientemente confiables para poder decir algo científicamente confiable a partir de ellos.

Lo antes mencionado requiere una capacidad de cómputo muy grande, la cantidad de operaciones que deben de realizarse excede por mucho la que una computadora de escritorio moderna, además se debe de tomar en cuenta que los resultados deben de almacenarse y analizarse, esto requiere de dispositivos de almacenamiento especiales de gran capacidad.

En el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS), ubicado en Ciudad Universitaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

9

(BUAP), se realizan simulaciones de decenas de millones de chubascos inducidos por fotones de alta energía, así como con otros tipos de partículas (protones, núcleos de hierro, helio, silicio, entre otras más), con diversas características, estos trabajos son realizadas mediante la distribución del total de simulaciones en secciones más pequeñas que son asignadas a diferentes nodos de supercómputo; con esto se agiliza enormemente el procesamiento.

Las simulaciones realizadas en el LNS son utilizadas en la búsqueda de GRBs por experimentos como HAWC (High-Altitude Water Cherenkov) y LAGO (Large Aperture Gamma Ray Observatory, LAGO), estos experimentos las procesan con sus herramientas computacionales con lo que realizan análisis de datos pertinentes que ayudan a los científicos a estudiar y desvelar secretos de los confines de nuestro Universo.

LOS OBSERVATORIO HAWC Y LAGO

El Observatorio HAWC (High-Altitude Water Cherenkov) se ubica en una de las laderas del volcán Sierra Negra, en el estado de Puebla en México, a 4100 m. de altura sobre el nivel del mar y actualmente es sensible a la detección de cascadas individuales originadas por rayos gamma de energías entre 100 GeV (gigaelectronvoltios) y 100 TeV (teraelectronvoltios).

HAWC usa detectores de agua Cherenkov (o simplemente tanques) para observar a las partículas de cascadas atmosféricas. El observatorio consiste de 300 tanques en total, cada uno con tres PMTs (tubos fotomultiplicadores) periféricos y uno central. Por tanto el observatorio tiene 1200 PMTs en total. El aislamiento óptico de los PMTs entre los tanques permite reducir el ruido en el detector. Esto es un



• Sitios LAGO: Sierra Negra en México (Esquina superior izquierda), Pico Espejo en Venezuela (esquina superior derecha), Marcapomacocha en Perú (esquina inferior izquierda) y Chacaltaya en Bolivia (esquina inferior derecha) <https://www.aps.org/units/fip/newsletters/201202/lago.cfm>

factor importante a gran altitud, donde el flujo de rayos cósmicos de baja energía es bastante grande. (Colaboración HAWC 2016)

Por su parte el Observatorio de Rayos Gamma de Gran Apertura, LAGO, consiste de múltiples sitios y se ha diseñada para observar la componente de alta energía de los GRBs. Esta colaboración internacional, formada por aproximadamente 75 personas de 25 institutos científicos representando a 12 países, ha construido, iniciando en 2006, una red de detectores de agua Cherenkov en tierra (WCDs). El sitio de México está ubicado en la Sierra Negra a una altura de 4550 metros sobre el nivel del mar. El objetivo de LAGO es lograr detectar y estudiar GRBs de alta energía. LAGO ha estado tomando datos desde 2007. (Villaseñor, L Forum on International Physics, 2012)

Una ventaja de detectar GRBs con experimentos en el suelo, con respecto a detectarlos en satélites, es que se pueden detectar GRBs de energías mayores y con flujos de rayos gamma primarios menores que un instrumento en un satélite no podría detectar. ☞

cederik@gmail.com ✉

Referencias

- Mészáros, P. (2013). "Gamma ray bursts", *Astroparticle Physics*, 43, pp 134-141.
 Rees, M. (2000). "A review of gamma ray bursts", *Nuclear Physics A*, 663-664, pp 42c-55c,
 HAWC Collaboration. (2016, noviembre). Disponible en <http://www.hawc-observatory.org/>
 Villaseñor, L. Forum on International Physics, Disponible en: <https://www.aps.org/units/fip/newsletters/201202/lago.cfm> [2012]

Francisco J. Meléndez, María Eugenia Castro S., Rosa Elena Arroyo-Carmona, Lisset Noriega, Norma A. Caballero, Enrique González-Vergara y Ramses E. Ramírez

Origen y usos del supercómputo en la BUAP

EL ORIGEN

A través de la historia los seres humanos siempre hemos querido entender el mundo y sobre todo transformarlo. Nuestra curiosidad nos hace voltear hacia el cielo, indagar en nuestra mente o asomarnos al mundo de las especies microscópicas. Cada descubrimiento nos abre nuevas incógnitas: más complicadas, más confusas, más desafiantes, y para resolverlas necesitamos herramientas que nos ayuden a realizar miles de cálculos precisos y a tiempo. Cálculos que nos permitan por ejemplo, evaluar el impacto de una colisión sin necesidad de destruir decenas de autos, medir propiedades fármaco-químicas de un medicamento sin necesidad de probarlo en animales y hasta predecir la simulación de la circulación oceánica a través de modelos matemáticos. Realizar miles de simulaciones de este tipo requiere de computadoras más rápidas, precisas y poderosas que aquellas que tenemos en la oficina o en casa, ¡necesitamos de supercomputadoras! [1].

En el año 2013 nació una iniciativa por parte de un conjunto de investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), que tuvo como proyecto brindar servicios de alto rendimiento computacional; es decir, poder contar con plataformas de "Supercómputo de Altas Prestaciones" [2]. Por ello es que al unir los esfuerzos de los investigadores de la BUAP, del Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) y de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), en conjunto con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), los ciudadanos del estado de Puebla y del sureste de México tenemos ante nosotros, una gran oportunidad de realizar cálculos computacionales de una



Figura 1. Infraestructura de la Supercomputadora Cuetlaxcoapan

magnitud sin precedente. El Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) de la BUAP, es el tercer laboratorio reconocido a nivel nacional después del de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, México) y del Centro Nacional de Supercómputo del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (CNS-IPICYT, San Luis Potosí) [3].

SUPERCÓMPUTO

¿Qué es el supercómputo? Un ejemplo podría ser la mejor manera de definir al Supercómputo. Imaginen ustedes el estadio azteca con 100 mil personas dentro y cada una con una calculadora realizando una operación por segundo, todas estas personas necesitarían más de 50 años para realizar los cálculos que la supercom-

putadora "Cuetlaxcoapan" del LNS (Cuetlaxcoapan en náhuatl significa "Lugar donde las víboras cambian de piel") realiza en un solo segundo [1]. Es decir, se trata de tecnología informática avanzada de cálculo numérico para desarrollar investigaciones complejas de alto nivel de especialización; es la única herramienta que le permite al investigador llevar a cabo, con certeza y velocidad, billones de billones de cálculos matemáticos por segundo, para estudiar problemas de gran magnitud; su altísima capacidad para procesar simultáneamente grandes volúmenes de información facilita el estudio de fenómenos y condiciones que tan sólo hace menos 30 años eran imposibles; sus aplicaciones abrieron nuevas líneas de investigación científica en áreas como la ingeniería, la medicina, la geofísica, la astronomía, la química y las ciencias nucleares, entre otras [4]. Este es el poder del supercómputo con el que cuenta actualmente el LNS-BUAP.

10

AVANCE TECNOLÓGICO Y RECURSOS

El LNS además de representar un avance tecnológico, reúne la capacidad y el potencial de las tres instituciones que por tradición son las más representativas en el estado de Puebla en las diferentes áreas de investigación. El LNS es utilizado por investigadores de la BUAP, de la región y de otros estados de la República Mexicana; es una herramienta que impacta en las diferentes líneas de estudio que desarrollan los grupos de investigación. Además, apoya en la formación de recursos humanos de forma directa en las tres universidades participantes a través de los programas educativos que ofrecen, tanto de licenciatura como de posgrado.

ETAPAS DE DESARROLLO DEL LNS

El proyecto del LNS es un proyecto de largo aliento, cuyo desarrollo está dividido en tres diferentes etapas. La primera de ellas es la que soporta el mayor grado de

Tabla 1. Parámetros base de la Supercomputadora Cuetlaxcoapan en la primera etapa

No.	Concepto	Parámetros
1	Velocidad de Procesamiento	Rpeak > 70 TFLOPS [5] Rmax > de 50TFLOPS [6]
2	Memoria RAM	> 5 TB
3	Almacenamiento	> 1PB
4	Nodos de Servicio	Login Node Gateway Node Batch Node Storage Node OSS Node MDS Node
5	Interconexión	Infiniband QDR de 40 Gbps
6	Sistema Operativo	Linux
7	Administración de almacenamiento	Lustre
8	UPS	200KVA

dificultad y responsabilidad porque ésta implicó poner a disponibilidad de la comunidad universitaria y de la sociedad en general, la herramienta de Supercómputo en total grado de operatividad. En dicha fase inicial se diseñó y se puso en funcionamiento la infraestructura de la supercomputadora “Cuetlaxcoapan”, de la BUAP, con los siguientes parámetros (ver Tabla1).

Sin embargo, al ser un proyecto de gran aliento y con el debido apoyo de la BUAP y del Conacyt, se ha adquirido mayor infraestructura para poder realizar diferentes cálculos de gran envergadura en los diferentes ámbitos de las ciencias exactas, naturales, económicas-administrativas e ingeniería. Actualmente, el LNS cuenta con la siguiente infraestructura (ver Tabla 2).

En la segunda etapa, el LNS ofrece los servicios de procesamiento de datos a los investigadores de la UDLAP y al INAOE, además de brindar el procesamiento de datos a investigadores de otras instituciones del sureste de México y por supuesto llevar a cabo la consolidación de la relación que existe en el cuestiones de supercómputo entre el LNS y el CNS-IPICYT de San Luis Potosí. Finalmente, la tercera etapa se encuentra en desarrollo y consiste en ofrecer el procesamiento y almacenamiento de datos tanto al sector industrial como a instituciones gubernamentales para hacer del LNS un Laboratorio autosustentable.

Las ventajas que ofrece el LNS entre otras cosas son por ejemplo, la alta capacidad en el almacenamiento, la confiabilidad y la disponibilidad de datos. Además, cuenta con la certificación en el nivel 3 por parte de la *International Computer Room Experts Association* (ICREA) y cuya infraestructura se muestra en la siguiente figura (ver Figura 1).

APLICACIONES DEL SUPERCÓMPUTO DEL LNS

En la BUAP los diferentes grupos de investigación han utilizado la infraestructura del LNS para resolver problemas relacionados con la ciencia, tal es el caso del Cuerpo Académico de “Investigación Experimental y Teórica de Nuevos Materiales y Educación en Ciencias”, BUAP-CA-263, en donde los integrantes han logrado la caracterización molecular de los compuestos de vanadio —contra la diabetes mellitus tipo II y el cáncer de mama—, el cual actúa como un conductor para llevar el fármaco específico al órgano o tejido dañado.

Durante los dos últimos años, los doctores Francisco Javier Meléndez, Norma Caballero Concha, Tom Scior, Ramsés Gutiérrez Ramírez y la estudiante de posgrado Lisset Noriega de la Facultad de Ciencias Químicas, así como los doctores María Eugenia Castro y Enrique González Vergara, del Instituto de Ciencias de la BUAP, han trabajado con estos compuestos, usando dos métodos *Ab Initio* y *Docking*.

A la fecha han logrado caracterizar teóricamente (además de espectroscópicamente) usando el supercómputo, los compuestos a partir de vanadio que han sintetizado y han realizado simulaciones entre fármaco y proteína *In Silico*, logrando resultados alentadores.

Los compuestos que contienen vanadio diseñados por el grupo, son series de dos tipos: una a partir de bases de Schiff (para cáncer de mama) y otra de compuestos de vanadio como los llamados bisperoxo-oxovanadato. A la fecha han caracterizado teóricamente tres compuestos contra el cáncer de mama y seis contra la diabetes. Por lo tanto, los estudios teóricos realizados usando métodos *Ab Initio*, Teoría de Funcionales de la Densidad (DFT) y Simulación Molecular *Docking* utilizados en el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) permiten conocer más acerca de las estructuras moleculares, la asignación del espectro IR, la reactividad química y otras características de estos complejos [8].

Con el supercómputo es posible revelar los misterios de la naturaleza, crear ciencia con los países desarrollados, calcular para competir y hacer real lo imaginario. Con el poder de supercómputo a nuestro alcance, solo nos queda hacernos una esperanzadora pregunta: “¿Hasta dónde podremos llegar?”

Tabla 2. Parámetros actuales de la Supercomputadora Cuetlaxcoapan⁷

No.	Concepto	Parámetros
1	Número de Nodos	268 nodos de cálculo Thin (6,432 núcleos CPU´s) • 2 Intel Xeon E5-2680 v3 (twelve core) de 2.5 GHz • 128 GB RAM DDR4 a 2133 MHz • Interconexión InfiniBand Mellanox FDR 56 Gbps
2	Número de Nodos GPUS	2 nodos de cálculo con GPUS (48 núcleos CPU´s, 11520 núcleos CUDA) • 2 Intel Xeon E5-2680 v3 (twelve core) de 2.5 GHz • 128 GB RAM DDR4 a 2133 MHz • Interconexión InfiniBand Mellanox FDR 56 Gbps • 2 Tarjetas Aceleradoras Nvidia Tesla K40 • 1.43 Tflops pico • 12 GB RAM GDDR5 • 2880 núcleos CUDA
3	Número de Nodos con Coprocesadores	2 nodos de cálculo con Coprocesadores (48 núcleos CPU´s, 244 núcleos en Coprocesador) • 2 Intel Xeon E5-2680 v3 (twelve core) de 2.5 GHz • 128 GB RAM DDR4 a 2133 MHz • Interconexión InfiniBand Mellanox FDR 56 Gbps • 2 Tarjetas Aceleradoras Intel Xeon Phi 7120p • 1.208 Tflops pico • 16 GB RAM • 61 núcleos
4	Número de Nodos FAT	2 nodos de cálculo FAT (120 núcleos CPU´s) • 4 Intel Xeon E7-4870 v2 (fifteen core) de 2.3 GHz • 1000 GB RAM DDR3 a 1600 MHz • Interconexión InfiniBand Mellanox FDR 56 Gbps
5	Número de Control	3 nodos de Control (Master, Login, Colas) • 2 Intel Xeon E5-2640 v3 (eighth core) de 2.6 GHz • 64 GB RAM DDR3 a 1866 MHz • Interconexión InfiniBand Mellanox FDR 56 Gbps
6	Sistema de Archivos	Sistema de Archivos Lustre • 6 servidores OSS y 3 Storage OST • 2 servidores MDS y 1 Storage MDT
7	Administración de almacenamiento	Almacenamiento • 1000 TB brutos, sistema paralelo LUSTRE para “scratch” • 200 TB brutos, sistema NAS para “home”
8	Comunicaciones	Interconexión y Comunicaciones • InfiniBand 56 Gbps con topología unificada non-blocking • Red Gigabit Ethernet para administración
9	Software	• Sistema Operativo Linux Red Hat y CentOS • Calendarizador y balanceador de carga SLURM • Intel Cluster Studio XE 2013 • Compiladores PGI

francisco.melendez@correo.buap.mx

Referencias

[1] <https://www.youtube.com/watch?v=7zZr3QFVzmE>
 [2] Proyecto Institucional: Centro de Servicios de Supercómputo de la BUAP “Cuetlaxcoapan”. 13 de Agosto de 2013.
 [3] https://www.youtube.com/watch?v=TZQI_xv9P8
 [4] E. Cruz Martínez, J. L. Gordillo Ruiz, “Supercómputo en la UNAM”, *Entérate en Línea*, Año 1, Número 14, Noviembre de 2002.
 [5] Rpeak – representa el valor de diseño.
 [6] Rmax – representa el máximo alcanzado en la prueba LINPACK.
 [7] <http://www.lns.org.mx>
 [8] Francisco J. Meléndez, “Investigadores de la BUAP, en el camino de desarrollar fármacos anticancerígenos y antibióticos”, 2016. En prensa.

Karina González López

EL LNS y una aplicación a la Biología

En las últimas décadas la tecnología ha evolucionado de manera sorprendente, el progreso en la ciencia numerosas veces implica avances tecnológicos y viceversa, la tecnología genera avances en la ciencia. Una manera muy clara de ejemplificar esta simbiosis entre la ciencia y la tecnología es la computación.

CIENCIA EN LA COMPUTACIÓN

El avance científico, como avances en el área de materiales, ha propiciado que las computadoras pasaran de ser del tamaño de una habitación entera, sin mucho poder de cómputo, al punto en que casi cada ser humano tenga en su bolsillo un celular cuya capacidad de cómputo es aún mayor a las viejas computadoras. En recientes años surgieron las llamadas supercomputadoras, que son un conjunto de procesadores unidos entre sí para aumentar su potencia de trabajo y rendimiento. Al año 2008 los ordenadores más potentes funcionaban en poco más de 1 PetaFlops, es decir, realizaban poco más de 1000 millones de millones de cálculos de punto flotante por segundo. En la actualidad esa cifra se supera por mucho y China es el país que lidera el top 500 de los ordenadores más potentes.

En el año 2014 la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el Instituto Nacional de Óptica Electrónica y Astrofísica (INAOE), y la Universidad de las Américas de Puebla (UDLAP), realizaron una gran inversión en este sector y en 2015 se inauguró en Ciudad Universitaria el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS). La supercomputadora del LNS, Cuextlacoapan, tiene un desempeño de alrededor de 200 millones de millones de cálculos de punto flotante por segundo, capacidad de cómputo que es aprovechada por los dos sectores que atiende el LNS: el académico y el comercial.

El sector académico es principalmente demandado tanto por profesores investigadores y alumnos de la BUAP como de instituciones ajenas pertenecientes al área de ciencias y hacen uso del poder de cómputo que ofrece el LNS para llevar a cabo sus investigaciones. En el presente artículo se hablará sobre una de las investigaciones que se realiza en este momento relacionada con el área de bioinformática y biofísica.

COMPUTACIÓN EN LA CIENCIA

La bioinformática es un campo de estudio que utiliza computación para extraer conocimiento a partir de datos biológicos; entre sus principales tareas se encuentra recabar, almacenar, manipular y modelar información para que posteriormente sea analizada y visualizada o para predecir, a través de algoritmos y *software*, la evolución de los sistemas biológicos. La biofísica, por otro lado, estudia la vida a cualquier nivel, desde átomos y moléculas hasta células y organismos; tiene como principal objetivo esclarecer cómo funcionan los sistemas biológicos y para ello su investigación va desde el laboratorio hasta la aplicación de la informática para el cálculo de interacciones.

En el año 2003, después de 13 años, con ayuda de la bioinformática, se finalizó el proyecto del genoma humano, el cual consistió en secuenciar 99 por ciento del genoma humano y representó para la humanidad un logro equiparable al primer aterrizaje del hombre en la luna. Sin embargo, a pesar de la impactante importancia de tener casi 100 por ciento del genoma humano codificado, incluyendo el secuenciamiento de las proteínas, esto nos dice muy poco sobre qué hacen o cómo funcionan los sistemas biológicos.

INTERROGANTES EN LA BIOLOGÍA

Una de las interrogantes más grandes para la biología es el plegamiento de proteínas e investigadores del LNS trabajan sobre ello. Las proteínas son cadenas

grandes de aminoácidos y son la base de cómo se realizan los procesos en la biología, por tanto, investigar cómo es que determinan su actividad es de suma importancia. Dado que la funcionalidad de una proteína se define con su estructura terciaria, es decir, cuando la cadena de aminoácidos se pliega para tomar su forma tridimensional, en el LNS se realizan simulaciones de proteínas con el fin de determinar las probabilidades del plegamiento de éstas.

El problema de determinar el plegamiento de las proteínas experimentalmente es que aparte de ser un proceso muy complejo este se realiza sorprendentemente rápido, tan rápido como una millonésima de segundo. Mientras que en la escala de tiempo de una persona este tiempo es muy rápido, tomaría demasiado tiempo para simularlo en computadora. De hecho, las computadoras modernas pueden llevarse todo un día en simular 50 nanosegundos — 0.000000050 segundos— y desafortunadamente, muchas proteínas se pliegan en escalas de milisegundos, es decir 1,000,000 nanosegundos. Entonces, tomaría 20, 000 días para simular el plegamiento, es decir, 60 años.

LNS EN LA COMPUTACIÓN Y LA CIENCIA

Una vez mencionada la gran importancia que tiene este tema y la complejidad de la situación se hace evidente el interés por estudiar estos procesos. En la computadora Cuextlacoapan se realizan simulaciones moleculares con el *software* libre GROMACS de manera distribuida y paralelizada con el fin de reducir los tiempos de cálculo. Se simula múltiples veces la misma proteína para obtener las posibles trayectorias que sigue en cierto intervalo de tiempo y dado que la cantidad de datos recabados es muy grande, se emplean dos algoritmos de análisis de big data: tICA, que busca reducir la dimensión del conjunto de información, dejando solo aquella realmente útil para los cálculos posteriores, y el agrupamiento Mini Batch K-Means, el cual es una variante del algoritmo K-Means para reducir el tiempo de convergencia y se encarga de agrupar la información. Una vez que la información sobre las posibles trayectorias que puede seguir la proteína se simplifi-

có, se aplica un método matemático llamado Modelos de Estados de Markov para calcular la probabilidad de cada transición. Se repite el mismo procedimiento, cambiando los parámetros —temperatura, presión, etcétera— de las simulaciones con el fin de determinar bajo qué condiciones se pliega correcta o incorrectamente la proteína bajo estudio.

Una de las principales razones por las que el estudio de plegamiento de proteínas es tan importante es que si una proteína se pliega de manera incorrecta pueden producirse distintas enfermedades como Huntington y fibrosis cística. También se piensa que algunos tipos de cáncer y Alzheimer son resultado de una proteína plegada incorrectamente. Por ello es evidente que a la comunidad científica le interesa obtener los resultados lo más pronto posible —¡no en 60 años por proteína!—, lo cual aumenta las razones para que se trabaje sobre esta línea de investigación en el LNS.

El tiempo que este proyecto lleva en el LNS es relativamente corto, y la investigación apenas empieza. Hasta el momento solo se han hecho pruebas con proteínas sintéticas relativamente pequeñas, pero se espera que en poco tiempo se comience con cálculos más demandantes y a medida que el trabajo madure se podría expandir esta línea de investigación a diseño de medicamento especializado.

Como resulta natural, con los avances en la ciencia, las investigaciones requieren de aún más tecnología, precisión y rapidez, lo cual es un gran impulsor para que las demás áreas del conocimiento se encuentren en constante crecimiento. ☞

EN EL AÑO 2014 LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA, EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, EL INSTITUTO NACIONAL DE ÓPTICA, ELECTRÓNICA Y ASTROFÍSICA, Y LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS DE PUEBLA REALIZARON UNA GRAN INVERSIÓN EN ESTE SECTOR Y EN 2015 SE INAUGURÓ EN CIUDAD UNIVERSITARIA EL LABORATORIO NACIONAL DE SUPERCÓMPUTO DEL SURESTE DE MÉXICO (LNS)

Manuel Martín Ortiz

El Diplomado en Cómputo de Alto Rendimiento del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS/Conacyt)

Ano más de dos años de la creación del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS), ubicado en las instalaciones de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), y en colaboración con los otros miembros del Consorcio: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), la Universidad de las Américas-Puebla (UDLAP) y la BUAP se ha ido forjando su nombre este Laboratorio Nacional, la primera tarea después de recibir el apoyo del Conacyt para la creación del primer Laboratorio de Supercómputo en una universidad pública fuera de la capital mexicana consistió en conseguir fuentes de financiamiento concurrentes que nos permitieran instalar el equipo, proveer de infraestructura de soporte y servicios a dicho equipo; y captar a personal calificado para su operación y puesta a punto para ofrecer los servicios que un Laboratorio Nacional se compromete a brindar a los usuarios de las instituciones públicas de investigación, enseñanza, servicios, gobierno y productivas en primera instancia; así como a la iniciativa privada como fuente de problemas y recursos para los Laboratorios Nacionales.

Si bien muchos de los elementos dependen estrechamente del financiamiento y son estrictamente técnicos, hay uno que depende en mayor proporción de la necesidad de mantener la estructura funcionando y ampliando su espectro de servicios; y esta es la Formación de Recursos Humanos altamente calificados y especializados. Desde el nacimiento del Laboratorio se han impartido diversos cursos, algunos por parte de las empresas que suministraron la plataforma y los elementos de aprovisionamiento complementario; y otros por los profesores investigadores que laboran y cooperan con el Laboratorio. Muchos de estos cursos se motivaron por el interés de los becarios y alumnos asociados al Laboratorio, y otros por los usuarios de la supercomputadora y sus colaboradores. En general el punto era y sigue siendo el de aprender a utilizar los recursos que la supercomputadora ofrece y cómo estos se pueden utilizar en diferentes ámbitos, ya que las expectativas en general son amplias, pero el cómo aprovechar el medio no siempre es claro.

Como se indica en la página del laboratorio (www.lns.org.mx) a la fecha se cuenta con cuatro grupos de recursos aprovechables de manera directa: Los nodos de cálculo de propósito general, los nodos CUDA, los nodos Xeon Phi y los nodos Gordos, cada uno de estos se puede explotar de dos maneras: utilizando un programa ya desarrollado que se ajuste a nuestro problema o desarrollando código de computadora específico a nuestro problema. En ambos casos se requiere que el usuario o grupo de trabajo elija correctamente la herramienta a utilizarse, así como capacitarse en su uso y finalmente manejarla de manera correcta para resolver el problema planteado. Cada uno de estos problemas se puede atender si el usuario se relaciona con otros usuarios o grupos de investigación alrededor de una temática y que utilicen recursos de supercómputo para solucionar algunos aspectos del tema científico o tecnológico. Esto ocasiona que se aprendan a identificar las herramientas de bajo y alto nivel para resolver los problemas de un área del conocimiento y eventualmente transferir soluciones entre dominios por homologías en los modelos.

Ante estas problemáticas el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (LNS) se planteó reducir el tiempo de la curva de aprendizaje para ser capaz de utilizar con éxito las herramientas que él ofrece para aprovechar los recursos disponibles en el Laboratorio. Como medida inicial se discutió la idea de estructurar un Diplomado en Cómputo de Alto Rendimiento (CAR) dirigido a los usuarios del Laboratorio, el primer nivel del diplomado se planteó como una introducción al manejo de los recursos a bajo nivel, esto comprende el manejo de las herramientas de desarrollo para crear soluciones a la medida de cada problema y a veces para muchos problemas de una clase dentro de un dominio concreto: Química, Biología, Física, Ingeniería, Medicina, etcétera.

El Diplomado en CAR se ha planteado en dos etapas, una introductoria al supercómputo y otra que ayude en el manejo de herramientas de alto nivel y específicas a dominios concretos como los mencionados antes.

La estructura del Diplomado en CAR-I se compone de cinco cursos y su objetivo general es: "Formar usuarios de calidad en los servicios que proporciona un laboratorio de Cómputo de Alto Rendimiento como el LNS". Y sus objetivos particulares son dos: (1) Introducir a los participantes para el uso y desarrollo de aplicaciones de alto desempeño de cómputo; y (2) Capacitar a los participantes en el ambiente del sistema operativo LINUX utilizado en la supercomputadora del LNS.

Este diplomado comenzó a impartirse en el mes de octubre de este año terminarán sus cursos en enero de 2017, es un programa intenso y se imparten 12 horas de clase teórico y prácticas a la semana.

El perfil del aspirante a este diplomado es contar con una formación general en ciencias y/o en ingenierías y conocimientos básicos de programación. Cuando termine el Diplomado, será capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a su área específica de trabajo en relación con el uso de Cómputo de Alto Rendimiento. El requisito académico es estar cursando o haber terminado una licenciatura en ciencias o ingeniería. Todos los participantes podrán acceder al acervo biblio-hemerográfico con que cuenta la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, así como a los servicios biblio-hemerográficos asociados. En particular, los participantes podrán acceder a todos los libros y revistas de computación con que cuenta la BUAP a través de su servicio bibliotecario. A cada alumno del Diplomado se le abrirá una cuenta en la supercomputadora del LNS para que realice sus prácticas y proyectos de curso, cuenta que en el futuro podrá mantener en caso de presentar en colaboración con un asesor académico para el caso de estudiantes un Proyecto de Investigación que requiera el uso de la supercomputadora del LNS.

Los cursos que lo conforman son los siguientes:

1. Introducción al Sistema Operativo Linux a Nivel de Usuario. En este módulo se hace una introducción al Sistema Operativo que es utilizado en la supercomputadora del LNS y la idea es que los usuarios puedan desenvolverse en ese ámbito con soltura. Se hace un especial hincapié en el Entorno de Ejecución de Tareas (Sistema de Colas SLURM).

2. Elementos de Arquitectura de Computadoras. Aquí se estudia la manera en que las computadoras están organizadas, desde una máquina personal hasta una supercomputadora. Se discute la estructura de un equipo de CAR y la infraestructura que le da soporte.

3. Introducción a la Programación y a los Lenguajes. Los puntos más importantes de este módulo se refieren a los Lenguajes mediante los cuales se desarrollan programas de Computadora en ambientes de CAR. Se estudian los Lenguajes más importantes, el cómo ejecutarlos en el ambiente de colas multiusuario y multiproceso.

4. Cómputo Paralelo I. Se estudian en este módulo los modelos de programación más importantes en ambientes de supercómputo, el diseño de programas y las bases del Cómputo Científico.

5. Cómputo Paralelo II. En este módulo se hace una revisión detallada de las estrategias de programación en ambientes multiprocesador de memoria compartida y memoria distribuida, así como el uso de tarjetas aceleradoras GPGPU (CUDA). Y se incursiona en los métodos de programación mixta y heterogénea.

Los instructores de esta primera edición del Diplomado son en el orden anterior de los módulos: doctor Enrique Varela, doctor José Luis Ricardo, doctor Manuel Martín, doctor Hugo García y doctor Luis Villaseñor.

Los alumnos inscritos son 45 y su composición es heterogénea. Muchos son alumnos de las carreras de Computación que la BUAP ofrece, también hay alumnos de la carrera de Biomedicina, Física, Matemáticas Aplicadas e Ingeniería; y hay dos inscritos que vienen del INAOE y una egresada de la UPAEP. También se han incorporado varios trabajadores de la BUAP como participantes.

La mayoría de los alumnos inscritos recibieron beca de inscripción parcial o condonación de pago en el caso de los trabajadores de la BUAP.

A la fecha se está impartiendo el cuarto módulo. Los cursos se desarrollan en los Edificios Multiaulas de Ciudad Universitaria de la BUAP por las tardes y los sábados.

Luego de cerrarse este Diplomado se espera iniciar en un tiempo no muy largo —algunas semanas— la segunda parte del Diplomado y en futuro muy cercano ofrecer una Especialidad de Cómputo de Alto Rendimiento (posgrado) con duración de un año. De tal manera que se puedan integrar los dos Diplomados como Especialidad y se pueda al mismo tiempo tomar los cursos sueltos a manera de Educación Continua y Formación Profesional.

En fechas próximas se anunciará el Segundo Diplomado y la Especialidad, luego de evaluar este primer diplomado. ☞

Sergio Cortés Sánchez

Tratados comerciales

México tiene suscrito 53 tratados comerciales y de inversión con un centenar de países, el más importante por el valor y volumen es el signado con Estados Unidos y Canadá, vigente desde el primer día de enero de 1994: el Tratado de Libre Comercio (TLC). Entre los diferenciados productos comercializados destacan los estacionales agropecuarios: entre enero y junio, el valor de las exportaciones superan al de las importaciones; de julio a diciembre, el valor de lo importado es superior a lo exportado, y el saldo anual de la balanza agropecuaria suele ser negativo para México.

Cuando inició el TLC la superficie sembrada con granos básicos en México (maíz, frijol, trigo y arroz) fue de 11.1 millones de hectáreas (ha), en 2015 fue de 10.05 millones ha: en 22 años de vigencia del TLC dejamos de cultivar un millón 53 mil 428 ha (Sagarpa, SIAP). El abandono del cultivo de granos básicos no menguó la producción, la cual creció a una tasa media anual de 1.3 por ciento entre 1993 y 2015, inferior a la tasa de crecimiento poblacional y del consumo per cápita, dicho déficit de granos básicos se cubrió con importaciones, lo cual aumentó la dependencia alimentaria de 20 por ciento en 1990 a 38 por ciento en 2015; es decir, en 1990 el déficit de granos básicos por persona fue de 59.5 kilos y de 130.9 kilos en 2015. El valor de las importaciones de maíz y frijol excedieron en 39 mil 238 millones de dólares a las exportaciones de esos productos entre los años 1994-2015 (Grupo de Trabajo de Estadísticas de Comercio Exterior, integra-

do por el Banco de México, INEGI, Servicio de Administración Tributaria y la Secretaría de Economía), tal saqueo de divisas hace inviable cualquiera modalidad de crecimiento económico para México y amerita la revisión de los términos del TLC y de la estrategia y política económica sustentada en el libre mercado.

México es centro de origen y diversificación del maíz, nuestro cereal principal: su milenaria domesticación ha generado más de medio centenar de razas nativas y millares de variantes aptas a la heterogeneidad de climas, suelos, humedad atmosférica, topografías, vientos y precipitaciones pluviales. Su cultivo ocupa a millones de agricultores quienes por varias centenas de generaciones se transmiten prácticas agroecológicas sustentables y tienen en el territorio el centro de sus cosmovisiones. Hay un acervo ancestral de conocimientos que permiten la multifuncionalidad de prácticas agroecológicas en condiciones que son adversas para una actividad mercantil; esos productores disponen de limitados recursos productivos y generalmente lo generado es autoconsumido; elevar los rendimientos por unidad de superficie es posible con una política *ad hoc* que tenga como prioridad mejorar las condiciones de vida de esos sujetos. Además existen maíces certificados de alto rendimiento y una agricultura intensiva muy desarrollada en el centro y norte del país que pueden generar el autoabasto de maíz, incluso un saldo positivo en balanza comercial, como lo

hiciera la agricultura en los años de posguerra, durante el llamado milagro mexicano.

La agricultura en los países desarrollados es fuertemente subsidiada y la reproducción social de los productores agrícolas es prioritaria: los subsidios al valor agregado agrícola en Estados Unidos es tres veces más alta que la de nosotros, independientemente que los rendimientos físicos entre ambas agriculturas es de cuatro a uno favorable a los vecinos. En México hay opciones fundamentadas para una agricultura autosuficiente en la producción de granos básicos, generadora de empleos y menos depredadora de los recursos ambientales (Científicos Comprometidos con el Cambio Social). La indiscriminada apertura comercial, los términos convenidos en el TLC, las políticas neoliberales, y el abandono de políticas públicas de fomento agropecuario sustentables han generado, además de descampesinización, expropiación de territorios y precarización laboral, un desabasto permanente de alimentos y materias primas, migraciones rurales más intensas y deterioro en la calidad de vida de los productores agrícolas y de la población rural. El entorno macroeconómico es recesivo y hay hartazgo social ante los magros resultados neoliberales, tanto en términos económicos como en lo social y político; la necesidad del cambio de estrategia y de políticas públicas apremia revisar el TLC desde una óptica de soberanía y autosuficiencia alimentaria. s

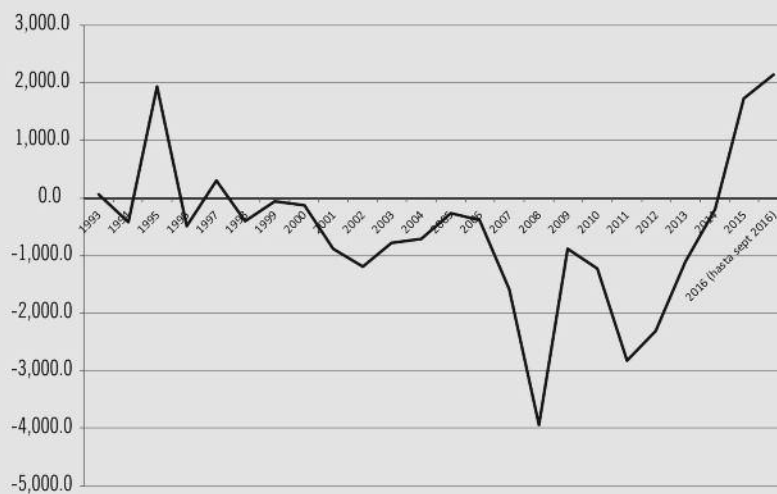
sercorsan@hotmail.com ✉

República Mexicana. Exportación e importación de maíz. 1994-2015. Millones de dólares

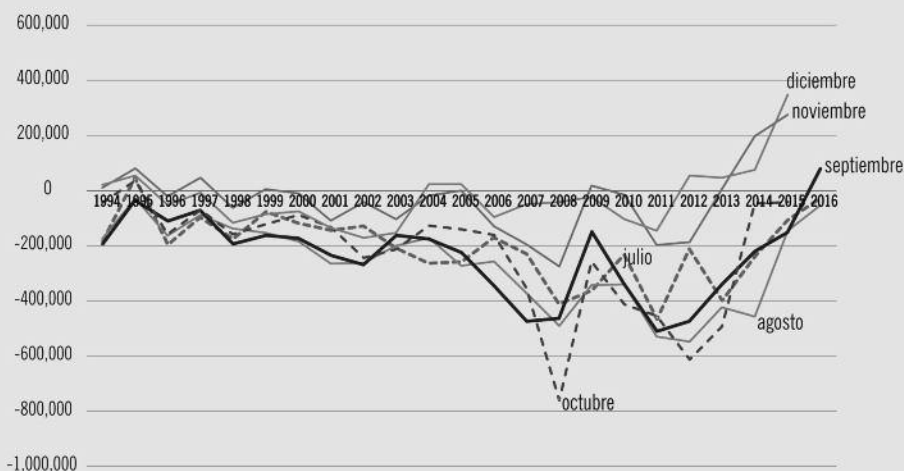


Fuente: Grupo de Trabajo de Estadísticas de Comercio Exterior, integrado por el Banco de México, INEGI, Servicio de Administración Tributaria y la Secretaría de Economía.

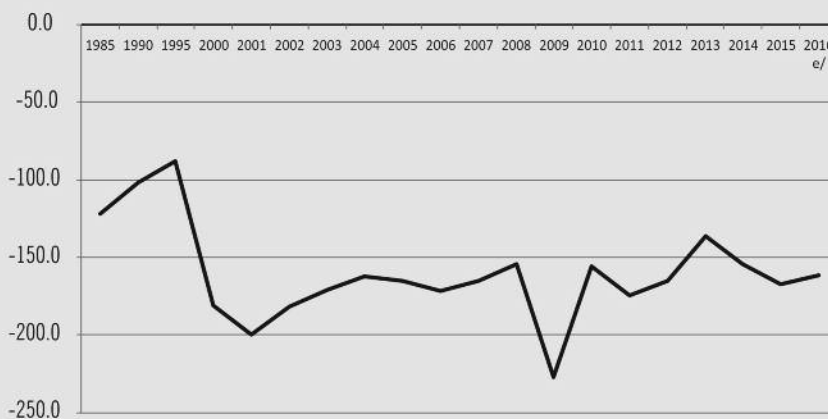
México. Saldo de la Balanza de productos agropecuarios (incluye productos pesqueros). Millones de dólares. 1994-2016



República Mexicana. Saldo de la Balanza de productos agropecuarios (incluye productos pesqueros). 1993-2016. Miles de dólares



República Mexicana. Déficit anual per capita de maíz, frijol, trigo, arroz, ajonjolí, cártamo, algodón semilla, soya, cebada y sorgo (Kg por año). 1985-2016



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

José Gabriel Ávila-Rivera

Las alteraciones circadianas

Hablar del sueño es referirse a un algo verdaderamente fascinante y enigmático, sobre todo porque alrededor de él hay más dudas que afirmaciones. En términos médicos podemos plantear que se trata de un proceso regulado en una forma homeostática, es decir, con una tendencia al equilibrio. Deducimos fácilmente que si se ha dormido excesivamente, va a haber una franca disminución de sueño y lo contrario, es decir que si no se duerme lo suficiente, va a darse una necesidad impostergable de dormir más. También se puede afirmar que existe una regulación cronobiológica del sueño, que se ajusta al ciclo de sueño y vigilia, sincronizándose con el periodo geofísico terrestre de 24 horas, lo que significa en pocas palabras, dormir de noche y estar activos a lo largo del día.

La regulación biológica con respecto al tiempo se ubica específicamente en el cerebro a nivel de una glándula conocida como hipotálamo y se adapta cotidianamente al horario de 24 horas del ciclo día y noche. Esta adaptación se da por medio de un regulador altamente especializado que se encuentra en la retina del ojo; sin embargo, existen otros reguladores que dependen de las actividades sociales; por ejemplo, los tiempos en los que se debe trabajar, asistir a las labores escolares, participar de actividades recreativas o algunas situaciones imprevistas.

Se habla de alteraciones circadianas cuando se rompe con la sincronía entre el periodo de vigilia y el sueño, tomando como base al ciclo del día y de la noche en nuestro planeta y los horarios sociales. En pocas palabras, no se puede dormir cuando se debe o se desea, con efectos extremadamente molestos como la somnolencia diurna o el insomnio. La frecuencia de estas alteraciones es muy alta, y si bien no existen estadísticas confiables que puedan servir de base para estimar la realidad, se calcula que alrededor de 10 por ciento de la población mundial sufre graves trastornos circadianos, con un impacto mucho más marcado en personas invidentes, que puede alcanzar hasta 50 por ciento.

Las causas que producen este problema se pueden circunscribir a las alteraciones de nuestros relojes biológicos, desordenando los ciclos y condicionando su prolongación (más de 24 horas de ausencia de sueño) o incluso su acortamiento. Existen algunos factores que ejercen un efecto sobre el sistema de entrenamiento en nuestros hábitos de sueño, como por ejemplo, los horarios sociales o la exposición a la luz. Mecanismos reguladores extremadamente complejos van a ir determinando la forma en la que nos adaptaremos para dormir lo suficiente y tener el debido descanso para llevar a cabo puntualmente nuestras actividades cotidianas. Finalmente, la ruptura en el equilibrio de sueño circadiano se da en una forma particularmente intensa cuando se llevan a cabo viajes transoceánicos, al realizar trabajos nocturnos con frecuentes cambios de turno, situaciones de tensión emocional, consumo de estimulantes como cafeína, nicotina, teobromina (sustancia que se encuentra esencialmente en el chocolate), para culminar con el consumo de bebidas alcohólicas que si bien pueden generar un aparente efecto estimulante, llega a deprimir en una forma importante el sistema nervioso central y fraccionar el descanso.

Aunque los malestares son múltiples, hay dos manifestaciones que pueden analizarse desde un punto de vista práctico y son, el insomnio y la somnolencia diurna. Estos dos aspectos pueden condicionar un verdadero círculo vicioso que van a generar una mala calidad de vida y un consecuente impacto en

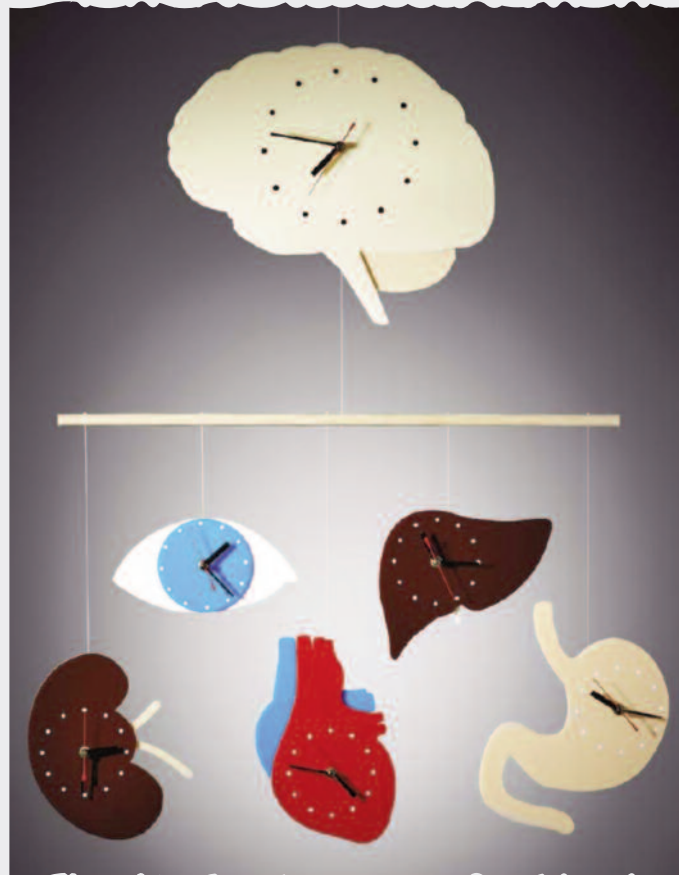
las esferas biológicas, psicológicas y sociales. Surge en este sentido la necesidad de establecer medidas preventivas, con una orientación a la denominada higiene de sueño, que no es otra cosa más que la regulación de los periodos de sueño y vigilia, a través del cultivo de los buenos hábitos. Este debe ser el denominador común para ejercer de primera intención, cualquier intervención enfocada a corregir las alteraciones circadianas, aunque no constituyan la única medida a adoptar.

La higiene de sueño está representada por aquellas recomendaciones que deben adoptar las personas que padecen insomnio, para hacer mínimos los factores externos que impiden dormir y proporcionar condiciones fisiológicas para generar un sueño normal. Las más representativas son: irse a la cama solo cuando se tenga sueño. Levantarse todos los días, incluidos los fines de semana, a la misma hora. Evitar quedarse en la cama despierto más tiempo del necesario. Prescindir de las siestas durante el día. Reducir o evitar el consumo de alcohol, cafeína, hipnóticos o sedantes. Evitar comidas copiosas antes de acostarse. Mantener condiciones ambientales adecuadas para dormir (temperatura agradable, apropiada ventilación, evitar ruidos, sustraerse de cualquier tipo de luz, por leve que sea). Evitar actividades estresantes en las horas previas de acostarse. Realizar un ejercicio físico moderado al final de la tarde. Practicar ejercicios de relajación antes de acostarse. Tomar baños de agua a temperatura corporal por su efecto relajante. Estas medidas son recomendadas como auxiliares de otras intervenciones terapéuticas, incorporándose a todos los tratamientos.

La edad representa un factor de cambio en el patrón circadiano humano. Se acorta a partir de la sexta década de la vida, provocando la necesidad de acostarse más temprano y despertar en una forma precoz, sin que necesariamente esto represente una patología; sin embargo es reconocida como principal alteración, la dificultad para iniciar el sueño a la hora deseada y el entorpecimiento para levantarse por las mañanas. Otro problema que se puede reconocer fácilmente es la irregularidad del sueño durante el día y la noche. Se entiende como una fragmentación a la forma en la que se dispersa, a lo largo de las 24 horas, el patrón de sueño, con un periodo corto entre las 2 y 6 de la mañana y distribución a lo largo del día de las denominadas siestas. Aunque existen otros desajustes, estos son los más frecuentes y obligan a establecer una terapéutica que se enfoque a mejorar la calidad de vida.

Las opciones actuales de tratamientos con menores efectos secundarios, indudablemente tienen que ver con la administración de melatonina, disminuir fuentes de luz artificial, así como limitar la utilización de teléfonos celulares, tabletas, computadoras o televisión, por las noches. Aunque existen otras opciones como la utilización de algunos antihistamínicos o las benzodiazepinas, por sus efectos secundarios, deben reservarse para que especialistas en el sueño, los puedan indicar con el debido perfil de seguridad.

De todo lo que el ser humano puede hacer, el sueño adecuado es el mejor conservador de la salud mental; sin embargo, en la sociedad actual, dormimos menos. Luego entonces, es justo que reconozcamos nuestros patrones circadianos y así aspirar a convertir la vida en un sueño.



• Imagen tomada de <http://ramanujan25449.blogspot.mx/2016/03/nuestros-relojes-biologicos-2.html>

DE TODO LO QUE EL SER HUMANO PUEDE HACER, EL SUEÑO ADECUADO ES EL MEJOR CONSERVADOR DE LA SALUD MENTAL; SIN EMBARGO, EN LA SOCIEDAD ACTUAL, DORMIMOS MENOS. LUEGO ENTONCES, ES JUSTO QUE RECONOZCAMOS NUESTROS PATRONES CIRCADIANOS Y ASÍ ASPIRAR A CONVERTIR LA VIDA EN UN SUEÑO

Reseña (incompleta) de libros

Carta de don Quijote de la Mancha a Sancho Panza, gobernador de la Ínsula Barataria

Alberto Cordero

“ Cuando esperaba oír nuevas de tus descuidos e impertinencias, Sancho amigo, las oí de tus discreciones, de que di por ello gracias particulares al cielo, el cual del estiércol sabe levantar los pobres, y de los tontos hacer discretos. Dícenme que gobiernas como si fueras hombre, y que eres hombre como si fueses bestia, según es la humildad con que te tratas; y quiero que adviertas, Sancho, que muchas veces conviene y es necesario, por la autoridad del oficio ir contra la humildad del corazón; porque el buen adorno de la persona que está puesta en graves cargos ha de ser conforme a lo que ellos piden, y no a la medida de lo que su humilde condición le inclina. Vístete bien; que un palo compuesto no parece palo. No digo que traigas ni galas, ni que siendo juez te vistas como soldado, sino que te adornes con el hábito que tu oficio requiere, con tal que sea limpio y bien compuesto.

“Para ganar la voluntad del pueblo que gobiernas, entre otras, has de hacer dos cosas: la una, ser bien criado con todos, aunque esto ya otra vez te lo he dicho; y la otra, procurar la abundancia de los mantenimientos; que no hay cosa que más fatigue el corazón de los pobres que el hambre y la carestía.

“No hagas muchas pragmáticas; y si las hicieres, procura que sean buenas, y, sobre todo, que se guarden y cumplan; que las pragmáticas que no se guardan lo mismo es que si no lo fuesen; antes dan a entender que el príncipe que tuvo discreción y autoridad para hacerlas no tuvo valor para hacer que se guardasen; y las leyes que atemorizan y no se ejecutan, vienen a ser como la viga, rey de las ranas: que al principio las espantó, y con el tiempo, la menospreciaron y se subieron sobre ella.

“Sé padre de las virtudes y padrastro de los vicios. No seas siempre riguroso, ni siempre blando, y escoge el medio entre estos dos extremos; que en esto está el punto de la discreción. Visita las cárceles, las carnicerías y las plazas; que la presencia del gobernador en lugares tales es de mucha importancia: consue-la a los presos, que esperan la brevedad de su despacho, sé coco a los carniceros, que por entonces igualan los pesos, y sé espantajo de las placeras, por la misma razón. No te muestres, aunque por ventura lo seas (lo cual yo no creo), codicioso, mujeriego ni glotón; porque sabiendo el pueblo y los que te tratan tu inclinación determinada, por allí te darán batería, hasta derribarte en el profundo de la perdición. Mira y remira, pasa y repasa los consejos y documentos que te di por escrito antes que de aquí partieses a tu gobierno, y verás como hallas en ellos, si los guardas, una ayuda de costa que te sobrelleve los trabajos y dificultades que a cada paso a los gobernadores se les ofrecen. Escribe a tus señores y muéstrales agradecido; que la ingratitud es hija de la soberbia, y uno de los mayores pecados que se sabe, y la persona que es agradecida a los que bien le han hecho da indicio que también lo será a dios, que tantos bienes le hizo y de continuo lo hace.

“La señora duquesa despachó un propio con tu vestido y otro presente a tu mujer Teresa Panza; por momentos esperamos respuesta. Yo he estado un poco mal dispuesto, de un cierto gateamiento que me sucedió no muy a cuento de mis narices; pero no fué nada; que si hay encantadores que me maltratan, también los hay que me defiendan.

“Avisame si el mayordomo que está contigo tuvo que ver en las acciones de la trifaldí, como tú sospechaste, y de todo lo que te sucediere me irás dando aviso, pues es tan corto el camino; cuanto más que yo pienso dejar presto esta vida ociosa en que estoy, pues no nací para ella.

“Un negocio se me ha ofrecido que creo que me ha de poner en desgracia de estos señores; pero, aunque se me da mucho, no se me da nada, pues, en fin en fin, tengo de cumplir antes con

Miguel de Cervantes Saavedra, (1956), *El Ingenioso Hidalgo don Quijote de la Mancha*. México, Ediciones Espasa Calpe, Colección Austral, No. 150, Décimooctava Edición



Grabado de la edición hecha por la Imprenta Real, Madrid, 1797. Dibujante, José López Enguillano. Grabador, T. López Enguillano

MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA

EL INGENIOSO HIDALGO
DON QUIJOTE
DE LA MANCHA

ILUSTRADO CON ESTAMPAS ESCOGIDAS
DE LAS MÁS CELEBRADAS EDICIONES
EN DIFERENTES ÉPOCAS Y PAÍSES

ESPASA-CALPE, S. A.
MADRID
1967

mi profesión que con su gusto, conforme a lo que suele decirse: amicus Plato, sed magis amica veritas. Dígame este latín porque me doy a entender que después que eres gobernador lo habrás aprendido. Y a Dios, el cual te guarde de que ninguno te tenga lástima.
tu amigo
Don Quijote de la Mancha”

Oyó Sancho la carta con mucha atención, y fué celebrada y tenida por discreta de los que la oyeron, y luego Sancho se levantó de la mesa, y llamando al secretario, se encerró con él en la estancia, y sin dilatarlo más, quiso responder luego a su señor don Quijote, y dijo al secretario que, sin añadir ni quitar cosa alguna, fuese escribiendo lo que él le dijese, y así lo hizo; y la carta de la respuesta fue del tenor siguiente:

Carta de Sancho Panza a Don Quijote de La Mancha

“La ocupación de mis negocios es tan grande, que no tengo, que no tengo lugar para rascarme la cabeza, ni aun para cortarme las uñas; y así, las traigo tan crecidas cual Dios lo remedie. Digo esto, señor mío de mi alma, porque vuesa merced no se espante si hasta ahora no he dado aviso de mi bien o mal estar en este gobierno, en el cual tengo más hambre que cuando andábamos los dos por las selvas y por los despoblados...s

acordero@fcfm.buap.mx ✉



Tania Saldaña Rivermar y Constantino Villar Salazar • Ilustración: Diego Tomasini / Dibujo

¿Movilidad ciclista, en una ciudad neoliberal?

La hermosa ciudad de Puebla; ciudad que tanto le ha invertido al desarrollo de políticas públicas en materia de movilidad ciclista, como parte de la “preocupación” por el medio ambiente y, sumándose a las estrategias nacionales e internacionales para mitigar el aceleramiento del cambio climático, pero, ¿realmente han funcionado?

La ciudad de Puebla cuenta con un sector automotriz muy importante para el estado y para el país en general, acaso ¿estarían dispuestos a sacrificarlo para poder tener una verdadera ciudad ciclista que se pueda comparar con Ámsterdam o Copenhague?

Podemos escuchar a la administración en turno que sus proyectos ciclistas han sido “todo un éxito”, pero sorprenden los resultados de la evaluación que ha obtenido la ciudad de Puebla en este mismo campo.

Las ciudades mexicanas ciclistas se rigen bajo un manual de seis tomos que desarrolló el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP por sus siglas en inglés), en conjunto con la Interface for Cycling Expertise (ICE), y gracias al respaldo de la Embajada de los Países Bajos y el auspicio de las empresas privadas holandesas establecidas en México como Philips, seguros ING, Shell, Randstad y Unilever. Estos mismos organismos son los encargados de evaluar a estas ciudades a través de 10 indicadores: presupuesto, capacidad institucional, monitoreo y evaluación, educación y promoción, regulación, planeación, intermodalidad, infraestructura, uso de la bicicleta y seguridad vial.

En la última evaluación realizada en 2015 la ciudad de Puebla se ubicó en el tercer lugar de 30 ciudades, cualquiera podría decir que es cierto que ha sido todo un éxito la implementación de políticas públicas en materia de movilidad ciclista, pero antes de creerlo vamos a los datos duros. De los 100 posibles puntos Puebla capital obtuvo unos penosos 31 puntos. Vamos más a fondo. Los resultados de todos los indicadores fueron desastrosos e irónicamente Puebla obtuvo cero en infraestructura, a lo que más se le ha invertido, a este rubro, se le han destinado millones de pesos, ¿Qué salió mal? Es simple: estamos bajo un sistema neoliberal de apertura de mercado, privatización de empresas estatales, y consumismo desenfrenado, solo basta con preguntarnos: ¿las empresas automotrices estarán dispuestas a dejar de vender autos?, la respuesta es obvia, con esto podemos explicar por qué está fracasando el proyecto de movilidad ciclista propuesto por el gobierno, el por qué nadie utiliza las ciclovías; estas, no proponen una movilidad que permita que el usuario conecte su lugar de residencia con el laboral y viceversa, así como lugares de recreación, y es que todavía quedan desiertos los puntos clave del éxito de estos proyectos, como son la cultura, la promoción, la inclusión y la educación.

Lo anterior ha sido un montaje que ha servido y, ¡vaya que ha servido muy bien!; políticamente hablando a las administraciones de los tres niveles de gobierno, que supuestamente se han preocupado por la sustentabilidad (término que de tanto uso ha perdido integridad), y el medio ambiente.

Simplemente este sistema social, político y económico no es compatible con la conservación del medio ambiente y la mejora de la calidad ambiental, esta última que tanto “resalta” dentro de la mayoría de los discursos políticos.

Hoy en día organizaciones de la sociedad civil realizan lo que representa el esfuerzo más loable, buscando una sociedad consiente e informada y que se torne incluyente ante la necesidad de utilizar medios alternativos de transporte para subsanar sus requerimientos de movilidad, el deficiente sistema de transporte público, el caduco y fracturado sistema de vías que conectan los distintos puntos de la ciudad, aunado al incremento del parque vehicular, generan niveles de estrés a las miles de personas que día a día se desplazan por



esta ciudad, lo que también abona, a los crecientes niveles de violencia que día a día aquejan a la población, y el inminente deterioro ambiental, lo que sin duda, en un futuro muy cercano seguirá dando de qué hablar si no se generan políticas que verdaderamente deriven en acciones que mitiguen dicha problemática ambiental.

La forma actual de actuar de los gobiernos obedece a una visión global, fundamentalmente económica (se recomienda al lector, prestar atención a las propuestas dentro de la COP 13), y no local, esperamos que la necesidad de la población, que no ha sido hasta el momento tomada en cuenta, obligue a mejorar las propuestas en materia de movilidad y medio ambiente, y no quede sólo en un bonito escaparate que causa mayor impacto ambiental, que lo que soluciona. s

@helaheloderma

Tras las huellas

traslashuellasdelanaturaleza@hotmail.com



Efemérides



Diciembre 03, 11:15. Venus a 5.0 grados al Sur de la Luna en la constelación de Sagitario. Elongación del planeta: 43.4°. Por la cercanía del planeta al Sol esta configuración es visible sólo después de la puesta del Sol hacia la parte Oeste de la esfera celeste.

Diciembre 06, 21:40. Ocultación de Neptuno por la Luna. Visible en la República Mexicana.

Diciembre 06, 23:13. Neptuno a 0.3 grados al Sur de la Luna en la constelación de Acuario. Elongación del planeta: 83.8°. Configuración observable en las primeras horas de la noche hacia el Oeste de la esfera celeste.

Diciembre 07. Lluvia de meteoros Puppíd/Vélidas. Actividad del 1 al 15 de diciembre, con el máximo el día 7. La taza horaria es de 10 meteoros. El radiante se encuentra en las constelaciones de Puppis y Vela, con coordenadas de AR = 123° y DEC = -45°.

Diciembre 07, 09:03. Luna en Cuarto Creciente. Distancia geocéntrica: 379,097 km.

Diciembre 08. Lluvia de meteoros Monocerótidas. Actividad del 5 al 20 de diciembre, con el máximo el día 8. La taza horaria es de 2 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de

Monoceros, con coordenadas de AR = 100° y DEC = +08°.

Diciembre 09. Lluvia de meteoros Fenicias de diciembre. Actividad del 28 de noviembre al 09 de diciembre, con el máximo el 02 de diciembre. La taza horaria de meteoros es variable. El radiante se encuentra en la constelación de Phoenix, con coordenadas de AR = 18° y DEC = -53°.

Diciembre 09, 19:08. Urano a 3.7 grados al Norte de la Luna.

Diciembre 10, 11:54. Saturno en conjunción. Distancia geocéntrica: 11.0308 U.A.

Diciembre 10, 12:31. Máxima extensión iluminada de Mercurio. Fase: 73.53°.

Diciembre 11. Lluvia de meteoros Sigma Hydridas. Actividad del 3 al 15 de diciembre, con el máximo el día 11. La taza horaria es de 3 meteoros. El radiante se encuentra en las constelaciones de la Hydra, con coordenadas de AR = 127° y DEC = +02°.

Diciembre 11, 04:27. Mercurio en máxima elongación este. Elongación de Mercurio: 20.7°

Diciembre 12, 23:29. Luna en perigeo. Distancia geocéntrica: 358,461 km. Iluminación de la Luna: 98.2%.

Diciembre 14. Lluvia de meteoros Gemínidas. Actividad del 4 al 17 de diciembre, con el máximo el día 14. La taza horaria es de 120 meteoros. El radiante se encuentra en las constelaciones de Géminis, con coordenadas de AR = 112° y DEC = +33°.

Diciembre 14, 00:05. Luna Llena. Distancia geocéntrica: 359,447 km.

Diciembre 15. Lluvia de meteoros Coma Berenícidas. Actividad del 12 al 23 de diciembre, con el máximo el día 15. La taza horaria es de 3 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de

Coma Berenices, con coordenadas de AR = 161° y DEC = +30°.

Diciembre 19. Lluvia de meteoros Leo Minóridas de diciembre. Actividad del 05 de diciembre al 04 de febrero, con el máximo el 19 de diciembre. La taza horaria es de 52 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Leo Minor, con coordenadas de AR = 161° y DEC = +30°.

Diciembre 19, 10:48. Mercurio estacionario. Elongación del planeta: 17.2°

Diciembre 21, 01:55. Luna en cuarto menguante. Distancia geocéntrica: 396,159 km.

Diciembre 21, 10:44. Inicio del invierno.

Diciembre 22. Lluvia de meteoros Úrsidas. Actividad del 17 al 26 de diciembre, con el máximo el día 22. La taza horaria es de 10 meteoros. El radiante se encuentra en las constelaciones de Ursa Minor, con coordenadas de AR = 161° y DEC = +30°.

Diciembre 25, 05:54. Luna en apogeo. Distancia geocéntrica: 405,870 km. Iluminación de la Luna: 14.7%.

Diciembre 25, 14:37. Mercurio en el perihelio. Distancia heliocéntrica: 0.3075 U.A.

Diciembre 28, 18:40. Mercurio en conjunción inferior. Distancia geocéntrica: 0.6746 U.A.

Diciembre 29, 06:53. Luna Nueva. Distancia geocéntrica: 399,571 km.

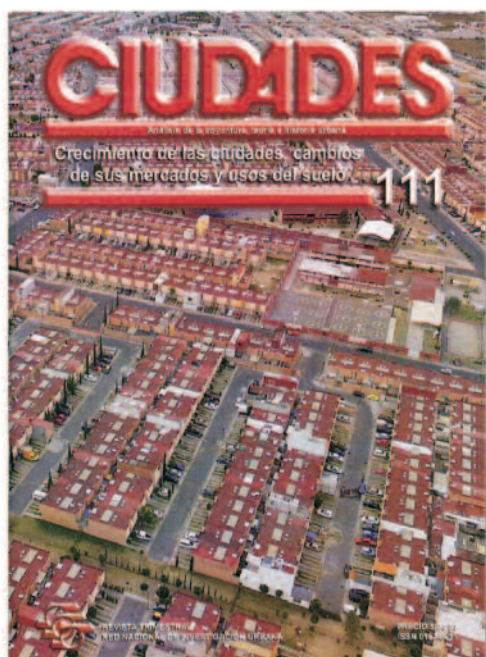
Diciembre 29, 08:34. Urano estacionario. Elongación del planeta: 102.5°

✉ jvaldes@inaoep.mx

Revista CIUDADES

Crecimiento de las ciudades, cambios de sus mercados y uso del suelo

Precio \$ 24.00



La revista **CIUDADES** está en venta aquí, en nuestras oficinas de **La Jornada de Oriente** Manuel Lobato 2109, Col. Bella Vista, Puebla, Pue.

y en el **DIAU-UAP**, Av. Juan de Palafox y Mendoza 208 (2o. Patio, tercer piso, cubículo 4)

Mayores informes: www.rniu.buap.mx

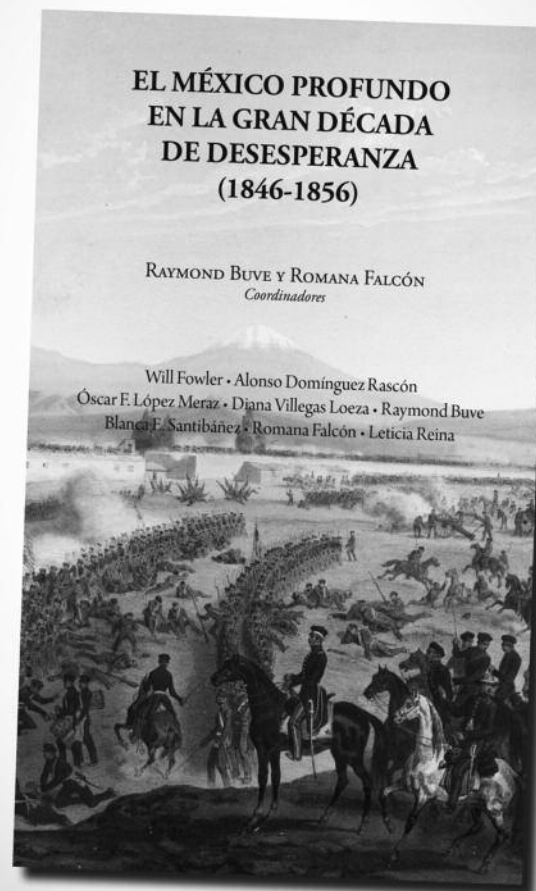


Presentan

EL MÉXICO PROFUNDO EN LA GRAN DÉCADA DE DESESPERANZA (1846-1856)

RAYMOND BUVE Y ROMANA FALCÓN
Coordinadores

Will Fowler • Alonso Domínguez Rascón
Óscar F. López Meraz • Diana Villegas Loeza • Raymond Buve
Blanca E. Santibáñez • Romana Falcón • Leticia Reina



De venta en librerías de prestigio

Raúl Mújica y Guadalupe Rivera

INAOE 2016: resultados del esfuerzo en la formación de recursos humanos

Uno de los momentos más importantes dentro de los festejos de aniversario del INAOE es la ceremonia de graduación. Cada año alrededor del 12 de noviembre se reúnen los estudiantes de maestría y doctorado que obtuvieron su grado a lo largo del año para recibir diplomas o birretes.

Este año, al celebrar 45 del INAOE, se graduaron 35 estudiantes de doctorado y 62 de maestría y se otorgaron doctorados honoris causa a los doctores Luis Adolfo Orozco, Mohamed Jamal Deen, Raúl Rojas González y George V. Coyne.

La calidad de los posgrados es excelente, nueve de ellos están registrados en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT: cuatro son consolidados, cuatro son de nivel internacional y uno es de reciente creación.

Por otra parte, la población de estudiantes activos en los programas de posgrado del INAOE es de 373, 179 corresponden a maestría y 194 de doctorado.

Cada año se hace un recuento de los premios, nacionales e internacionales, y reconocimientos que reciben los estudiantes de posgrado, sin embargo, resultó que 2016 fue un año de grandes logros para estudiantes y egresados de los distintos programas de maestría y doctorado del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

En agosto de este año, en San Diego, California, los estudiantes Liliana Villanueva Vergara, Rafael Páez López, Julián Ramírez Ramírez y Luis A. Andrade Morales, miembros del Capítulo Estudiantil de la SPIE, ganaron por segundo año consecutivo el Premio del Público (People's Choice Award) en el concurso de experimentos de divulgación científica del congreso anual SPIE Optics + Photonics 2016.

En ese mismo mes, el estudiante de Doctorado en Electrónica Fabián Zárate Rincón, con la asesoría de Roberto S. Murphy Arteaga y Reydezel Torres Torres, investigadores de la Coordinación de Electrónica del Instituto, obtuvo el prestigioso premio al mejor artículo en la región de América Latina que otorga la Sociedad de Dispositivos Electrónicos (Electron Devices Society) de la IEEE. El artículo fue publicado en la revista IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques por Fabián Zárate Rincón en colaboración con sus asesores y los doctores Adelmo Ortiz Conde y Francisco J. García Sánchez, de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela.

Asimismo, el estudiante doctoral de Ciencias Computacionales Abiel Aguilar González recibió el premio al mejor artículo de la International Conference on Distributed Smart Cameras que se realizó en París, Francia, del 12 al 15 de septiembre.

Por otra parte, Natiely Hernández Sebastián, estudiante doctoral de Electrónica, ganó el premio al mejor póster del IX International Conference on Surfaces, Materials and Vacuum, que se realizó del 26 al 30 de septiembre en Mazatlán, Sinaloa. El asesor de Natiely es el Dr. Wilfrido Calleja.

A su vez, Leticia Juan de Dios, estudiante de doctorado en Astrofísica, obtuvo el premio al segundo lugar por un póster presentado en el simposio sobre nebulosas planetarias que organizó recientemente la Unión Astronómica Internacional en Beijing, China. Leticia Juan de Dios, asesorada por la doctora Mónica Rodríguez, obtuvo este importante reconocimiento por la calidad del trabajo y por la relevancia de los resultados presentados en el mismo.

Finalmente, Alejandro Rosales Pérez, egresado del doctorado en Ciencias Computacionales, ganó el primer lugar en la categoría de tesis doctoral, del XXIX Certamen Nacional de Tesis de Informática y/o Computación 2016 que otorga la Asociación Nacional de Instituciones con Educación en Informática, y el premio al segundo lugar de tesis de doctorado en Inteligencia Artificial 2016 de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial. Los asesores de Alejandro Rosales fueron los doctores Jesús A. González Bernal y Carlos Alberto Reyes García, investigadores de este Instituto, y el Dr. Carlos Coello Coello, del CINVESTAV, quien fungió como asesor externo.

Estos logros de los estudiantes son el resultado de la gran trayectoria en investigación científica, en Astrofísica, Óptica, Electrónica y Ciencias Computacionales, que el INAOE ha consolidado a lo largo de sus 45 años de historia. Estos mismos logros son la base del desarrollo científico y tecnológico para los próximos 45 años. Seguiremos celebrando.

rmujica@inaoep.mx · grivera@inaoep.mx



agenda



BUAP

Primera Temporada de Música Clásica

Domingo 4 y 18 de diciembre de 2016
Sala Sinfónica CCU / 17:00 horas / Entrada libre.

Visitas Guiadas al Mundo de Elena Garro

Dos sesiones, primera sesión novela y en novela y en la segunda sesión: teatro y cuento
7 y 8 de diciembre del 2016, de 18:00 a 20:00 horas
Inscripciones: 2 29 55 00 ext. 2664 o al correo electrónico: eventoslibreria@gmail.com
Sala Lúdica de la Librería BUAP del CCU / Entrada libre

Concierto de Clausura de la 9a Temporada de Conciertos del Coro Sinfónico BUAP

Viernes 9 de diciembre de 2016 / 19:30 horas
Teatro del CCU / Entrada gratuita

Armonías

La Galería de Arte del CCU invita a disfrutar una experiencia artística que combina la música y las Artes Plásticas. Música de Marcelo Lara

Viernes 16 de diciembre de 2016 / 19:00 horas
Galería de Arte CCU / Entrada libre



3 de diciembre

Noche de las estrellas

San Andrés Cholula / Complejo Deportivo Quetzalcóatl
16:00-23:00 horas

Baños de Ciencia y Lectura en el Museo de Córdoba

Calle 3, Centro, 94500 Córdoba, Ver.
3 de diciembre / 11:00 horas
José Martínez Carranza / Drones Autónomos e Inteligentes

6 de diciembre

Asociación Mexicana para las Naciones

Unidas de Jóvenes AMUJ A.C. / Ciencia para compartir

Sesión Científico embajador
Conferencia Aneel Paredes ¿Qué es física?
Talleres

7 de diciembre

Montessori Ángela Peralta

Av. 11 poniente 502 San Pedro Cholula / 6:00 pm
Conferencia y Observación Astronómica

Serie de conferencias

INAOE: 45 años haciendo ciencia desde Tonantzintla

Casa de la Aduana Vieja. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la BUAP.

Av. 2 Oriente #409, 72000 Col. Centro. Puebla, Pue.

Conferencia para todo público

9 de diciembre

Lentes, láseres y otros menesteres ópticos / David Iturbe (INAOE) / 18:00 horas

9 de diciembre

Biblioteca Digital Tlaxcala

Conferencia, Talleres y velada astronómica

9 de diciembre

Conferencia en el CELMA

Dr. Agustín Márquez / Un viaje por el Universo

Talleres y velada astronómica / 6 a 8 pm

Baños de Ciencia en la Casa de la Ciencia de Atlixco

Talleres para niños de 6 a 12 años

3 poniente 1102 Col. Centro. Atlixco, Puebla

10 de diciembre

Dr. Daniel Mocencahua

11:00 am

“La idea detrás de las computadoras digitales puede explicarse diciendo que estas máquinas están destinadas a llevar a cabo cualquier operación que pueda ser realizado por un equipo humano”

“Una computadora puede ser llamada “inteligente” si logra engañar a una persona haciéndole creer que es un humano”

Alan Turing · (1912 – 1954)

Matemático, científico de la computación, criptógrafo



Épsilon Jaime Cid

FILEC 2017

Donde las **ESTRELLAS** son los **LIBROS**

Feria Internacional de Lectura
Ciencia y Literatura en **TONANTZINTLA**

Del **16 al 19** de febrero
de **2017** de **9:00** a **19:00** h
Instalaciones **INAOE**
Santa María **Tonantzintla, Puebla**

Entrada libre

OANTon: 75 años observando el Universo

Informes:

Consejo Puebla de Lectura, A.C.

Tel. +52 (222) 4 04 93 13

+52 (222) 4 04 93 14

www.consejopuebladelectura.org

consejopuebla@gmail.com

Informes:

Instituto Nacional de Astrofísica,
Óptica y Electrónica

Calle Luis Enrique Erro No.1,

Tonantzintla, San Andrés Cholula, Puebla.

Tel. +52 (222) 2 66 31 00

Ext. 7011, 7013, 7014 y 7016

www.inaoep.mx

difusion@inaoep.mx