

Los orígenes de un invento

Gustavo Rodríguez-Zurita
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS, BUAP



A partir del 7 de junio de 1960, los encabezados de los periódicos en todo el mundo difundían afanosamente la noticia de que se había creado un instrumento capaz de generar un rayo de luz muy potente.

Se trataba de un haz de unos milímetros de diámetro que prácticamente mantenía ese tamaño a lo largo de algunos metros. Más allá de esta distancia, este diámetro iba creciendo un poco nada más, conservando su potencia en un área pequeña. La prensa sensacionalista hablaba de "el rayo de la muerte"; aunque, más tarde, también se podía uno enterar de que el novedoso rayo producido era "un haz monocromático y coherente". El barullo surgió tras el anuncio de un físico de Hughes Research Laboratories, llamado Theodore H. Maiman. Él recién acababa de realizar una fuente luminosa de las características descritas usando un rubí sintético rodeado de una lámpara en forma de serpentín. El sistema empezó a operar el 16 de mayo. El rayo, inspeccionando a mayor detalle la información vertida, tenía un corto tiempo de duración: sólo unas fracciones de segundo (milisegundos) aunque el pulso resultante podía repetirse. El generador de este tipo de haces luminosos se empezó a denominar LASER (iniciales de **L**ight **A**mplifier by **S**timulated **E**mission of **R**adiation). El término lo acuñó Gordon Goul, un investigador de la TRG (*Technical Research Group*). A pesar de ser iniciales de términos anglosajones, por razones fonéticas, la Real Academia de la Lengua dicta su acentuación como palabra castellanizada: láser.

Pasa a la página 5

Contenido

Editorial	2
Láseres, los orígenes	5
Verano de Talentos IX	7
La Ciencia en tus manos XI	8
Efemérides Marzo	15
Entrevista al doctor Aarón Pérez Ramírez	16
Reflexiones de un divulgador de la ciencia	20
Efemérides Abril	23
Reactores Nucleares	24

3 La neurogeneración del cerebro



12 Fisión Nuclear



10 Frida Precolombina





SPINOR
dos facetas (información y divulgación)
de un solo objetivo (comunicar)

Boletín de la Vicerrectoría de Investigación
y Estudios de Posgrado



Año 2 no. 18
Marzo-Abril de 2011
Boletín mensual que se distribuye
en las unidades académicas
de la BUAP, también puede obtenerse
en las oficinas de la VIEP.

Impreso en los talleres de
El Errante Editor.
Diseño: Israel Hernández
El tiraje consta de 5000 ejemplares
Distribución gratuita

Dirección:
Vicerrectoría de Investigación
y Estudios de Posgrado
Lic. Miguel A. Martínez Barradas
Investigación y Diseño Editorial
Calle 4 Sur. No. 303, Centro Histórico
C.P. 72000, Puebla Pue. México
Teléfono: (222)2295500 ext. 5729 y 5730
Fax: (222)2295500 ext. 5631
Correo: revistaspinor@gmail.com
Web: www.viep.buap.mx

Directorio
Dr. Enrique Agüera Ibáñez
Rector
Dr. José Ramón Eguibar Cuenca
Secretario General
Dr. Pedro Hugo Hernández Tejeda
**Vicerrector de Investigación
y Estudios de Posgrado**
Dra. Rosario Hernández Huesca
**Directora General de Estudios
de Posgrado**
Dra. Rosa Graciela Montes Miró
Directora General de Investigación
Dr. José Eduardo Espinosa Rosales
Director de Divulgación Científica
Dr. Gerardo Martínez Montes
**Director del Centro Universitario
de Vinculación**

2 / spinor



Editorial

La búsqueda de la belleza, de la justicia y de la verdad han sido los tópicos fundamentales del pensamiento filosófico desde los orígenes del hombre pensante. Sócrates, Platón y Aristóteles son la base en la que la sociedad occidental descansa. Las humanidades de hoy en día tienen su origen en la filosofía, y el fin de éstas es preservar, comunicar y concientizar a la sociedad acerca de las virtudes de la belleza, la justicia y la verdad como camino hacia la perfección del hombre que, como dice Platón en sus diálogos, es un reflejo de las formas etéreas.

Aprender es recordar, se afirma en los diálogos del ilustre maestro de Aristóteles y, bajo esta premisa, las humanidades y las ciencias desarrollan su actividad en el camino del conocimiento. La educación, el arte, y la ciencia, cuando su búsqueda es sincera, aspiran a la belleza, al mundo estético, al mundo de las ideas.

Actualmente, en el Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, se trata de abordar la producción artística nacional. La búsqueda de la estética artística es la labor principal de este Instituto, sin embargo, no podemos negar que la belleza no es exclusiva del arte, sino que ésta se encuentra en otras esferas del quehacer humano como es el caso de las ciencias.

Por nuestra parte, en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, el estudio de la tradición filosófica es abordado tanto en las distintas facultades humanísticas como en las de ciencias. No está de más de decir que nuestra Universidad ofrece un posgrado de calidad –avalado por CONACyT– en estética y arte; así como posgrados en química, biología y física, donde el estudio de la tradición estética va de la mano del carácter científico.

Mujeres como Hipatia, la filósofa y maestra neoplatónica griega del siglo IV de nuestra era, son ejemplos de la búsqueda de lo bello a través de la ciencia. Hipatia destacó en matemáticas y astronomía. Vivió en el paganismo y murió linchada por cristianos en el ágora de la ciudad. Quizá su mayor aportación a la ciencia fue el haber corregido los viejos patrones astronómicos, al replantear que la órbita de nuestro planeta es elíptica y no circular.

Hipatia es ejemplo de belleza, justicia y verdad. Encontró su esencia en el universo y dedicó su vida a la hechizante perfección de lo que Pitágoras llamó *la música de las esferas*. **(MAMB)**

La neuroregeneración del cerebro durante daño celular

Una nueva perspectiva en enfermedades neurodegenerativas.

Bertha Alicia León Chávez¹
Guadalupe Soto Rodríguez¹
Araceli Ugarte²
Daniel Martínez-Fong³

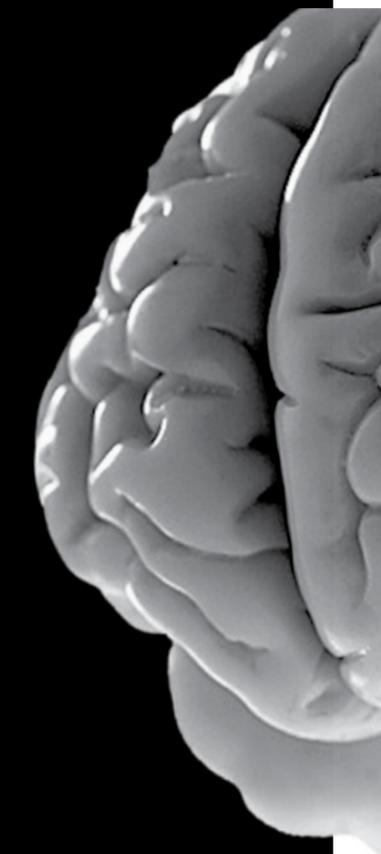
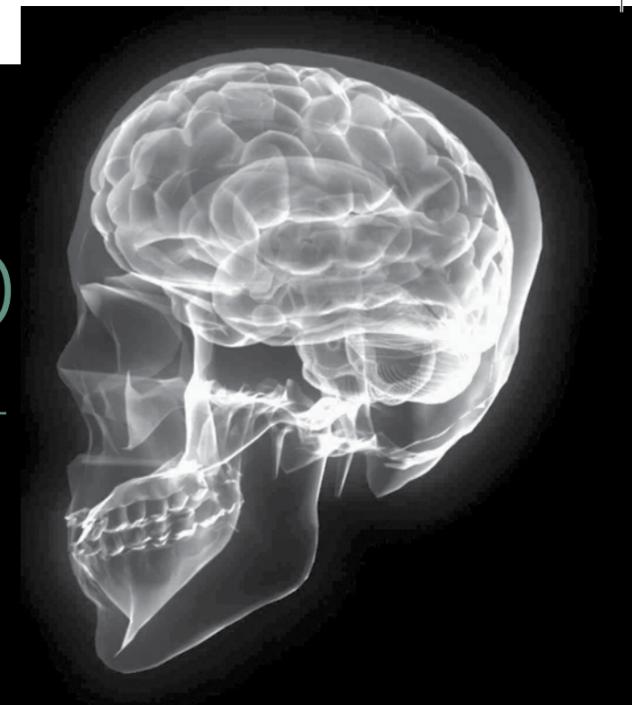
Hoy en día existe un nuevo punto de vista acerca de la participación del sistema inmunológico en el cerebro, el cual actúa durante el daño cerebral, pero también está involucrado en el proceso de neuroregeneración. La neuroregeneración consiste en la proliferación, diferenciación y sobrevivencia de células progenitoras que nos restituye a las neuronas perdidas, así como su función.

Las células neuronales son: 1) La neurona es la encargada de las funciones sensoriales, conductuales y motoras de los seres vivos, como son captar los cambios del medio exterior e interior, responder a estos cambios, aprender, asociar, recordar, planear y crear. 2) El astrocito es una célula de sostén que regula los procesos metabólicos en el cerebro, 3) mientras que los oligodendrocitos proporcionan la cubierta aislante (mielina) a los axones de las neuronas, que impide la fuga de iones, facilitando y acelerando la información de la neurona y 4) microglia que es un macrófago encargado de la defensa ante un daño.

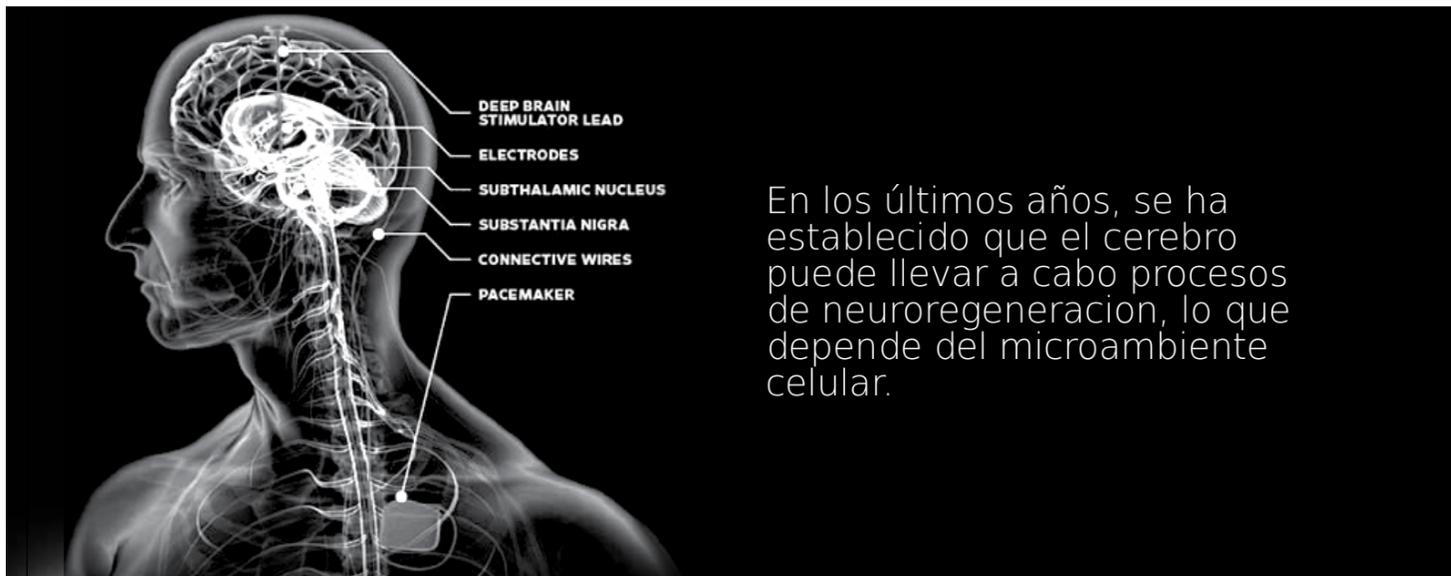
Hace algunas décadas se consideraba al cerebro como un órgano privilegiado, donde no existía la presencia del sistema inmunológico y sólo cuando se presentaba una lesión los leucocitos podían infil-

trarse hacia el cerebro, lo que exacerbaba el daño, llevando a la neurodegeneración (muerte celular y pérdida de funciones neuronales). Posteriormente, se rompió con este dogma y se encontró que existe una respuesta inmunológica cerebral, las células cerebrales que participan son las células de la glía, sin embargo hoy en día se sabe que también la neurona es capaz de liberar mediadores inmunológicos, dando origen a la neuroinmunología.

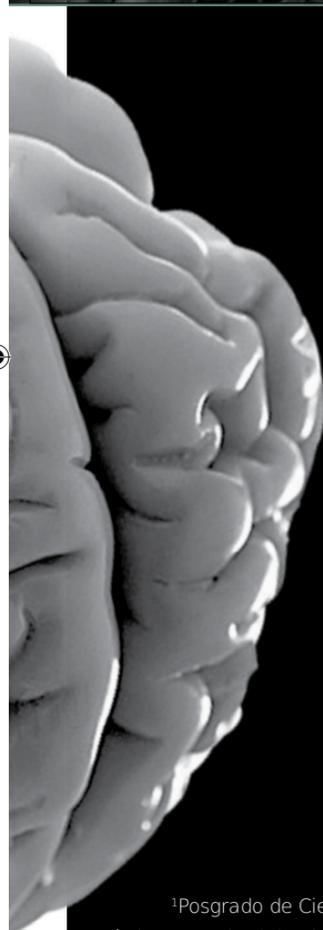
La glía libera mediadores inmunológicos que sólo se habían encontrado en los glóbulos blancos (leucocitos), por lo que se ha considerado junto con otras células en el cuerpo como células con actividad inmunológica. Estos mediadores inmunológicos son las *quimiocinas*, *citocinas* y factores de crecimiento, que son moléculas que juegan un papel crucial en la coordinación de la respuesta inmunológica sistémica y la comunicación entre el sistema inmunológico y el sistema nervioso central. Consecuentemente, la desregulación de las *quimiocinas*, *citocinas* y factores de crecimiento podrían facilitar el desarrollo de severas enfermedades del SNC. Por ejemplo, se ha reportado que demencia por HIV, enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson y esclerosis múltiple comparten ciertas características en



spinor / 3



En los últimos años, se ha establecido que el cerebro puede llevar a cabo procesos de neuroregeneración, lo que depende del microambiente celular.



su patogénesis, las cuales incluyen activación de los macrófagos o la **microglia**, producción de altos niveles de **citocinas** proinflamatorias, y alteración de la función neuronal en el sitio de lesión.

En los últimos años, se ha establecido que el cerebro puede llevar a cabo procesos de neuroregeneración, lo que depende del microambiente celular. Por tanto, es cada vez más evidente la participación de la microglia, el astrocito y el microambiente generado por la activación de ambos en los procesos de neuroregeneración, ya que estos definirán si una célula progenitora se convertirá en neurona o célula de sostén (astrocito u oligodendrocito).

En el cerebro se ha encontrado una zona activa de neurogénesis llamada zona **subventricular (SVZ)**, localizada en las paredes del ventrículo lateral. SVZ contiene un tipo único de célula progenitora que es capaz de producir neuronas en esa zona, cuando son trasplantadas en otras regiones cerebrales, como en la médula espinal producen astrocitos y/o oligodendrocitos. Estas células progenitoras migran a los sitios de daño mediante **quimiocinas** (proteínas quimioatrayentes), mientras su proliferación está a cargo de los factores de crecimiento.

Existen evidencias de que la proteína quimioatrayente de monocitos (MCP-1, por sus siglas en inglés) es la encargada de atraer las células progenitoras al sitio del daño, el factor de crecimiento

de fibroblasto básico (bFGF) produce la proliferación de las células progenitoras y el factor de crecimiento semejante a la insulina tipo 1 (IGF-1) induce la diferenciación hacia neurona y su sobrevivencia, la cual debe existir una sincronización exacta de tiempo y espacio entre estos elementos, ya que sí existe una deficiente regulación en la expresión de esta quimiocina y los factores de crecimiento no se lleva a cabo la regeneración de las neuronas, incrementando el proceso de neurodegeneración.

Entre los eventos que determinan el éxito de la regeneración está el equilibrio de especies reactivas de oxígeno (ERO) y antioxidantes del microambiente celular, puesto que entre mayor número de ERO y sustancias oxidantes se favorecerá la muerte celular. Mientras que menos ERO y más presencia de sustancias antioxidantes podría significar una mayor neuroregeneración. Por eso, es muy importante llevar una vida sana, disminuyendo aquellos productores de ERO tales como son las grasas, alcohol, cigarrillo y drogas, y más bien consumir frutas ricas en vitaminas antioxidantes como son los cítricos (vitamina C), las que contienen β -carotenos (vitamina A) y vitamina E.

En resumen, el estudio de la neuroinmunología en el SNC es vital para el proceso neuro-regenerativo, y es la base para futuras estrategias terapéuticas en enfermedades cerebrales.

Láseres

Los orígenes de un invento

El desarrollo de distintos tipos de láseres y sus aplicaciones civiles.

Pero el logro de Maiman fue la culminación de una carrera impuesta desde 1954 por la realización experimental del MASER (iniciales de **Microwave Amplifier by Stimulated Emission of Radiation**), una fuente de radiación muy "ordenada" que no se podía ver por estar en el rango de las micro-ondas. Los físicos Townes, Gordon y Zeiger habían confinado moléculas de amoníaco, las habían energizado y seleccionado para lograr una emisión de micro-ondas (1 cm) que iniciara una "reacción en cadena" luminosa. Ésta culminaba con una emisión de un haz de la misma longitud de onda propagándose en esencialmente una sola dirección. Seguían sus ideas, independientemente de las similares de Basov y Prokhorov, que trabajaban en la Unión Soviética. El logro del máser acicateó el interés por pasarse a la banda visible (longitudes de onda mucho menores: entre 0.4 y 0.7 micras) debido a que esta banda posee mayor capacidad para contener canales de información que la capacidad propia de la banda de micro-ondas. De hecho, Townes y Schallow, entonces en los laboratorios Bell, habían publicado en 1958 un trabajo teórico titulado **Infrared and optical masers**. Poco después del anuncio de Maiman, la efervescencia en el desarrollo de los láseres se patentizaba prontamente con la creciente variedad de materiales usados y longitudes de onda obtenidas: el láser continuo de Helio-Neón por Ali Javan y colaboradores (rojo, 1962), el de dióxido de carbono por Kumar Patel (infrarrojo cercano, 10.6 micras, 1964), el de ión argón por W. Bridges (multilínea, 1964), el de granate YAG (1964), el sintonizable de colorante (1967) o el de semiconductor (1970). Después, vendrían los exímeros (1970), los de electrón libre

(1976), los de vapor de cobre y los de fibra óptica o los sistemas con osciladores paramétricos ópticos (OPO). Las potencias alcanzadas iban de algunas milésimas de **watt** a decenas o centenas de **watts**. Algunos resultan de emisión continua, como el **He-Ne** o el de **Ar+**. Otros emiten por impulsos, como el del rubí, o por pulsos regulares gracias a técnicas como la conmutación **Q (Q-switch)**, el amarre de modos (**mode locking**) o por **chirp pulse amplification (CPA)**. Con alguna de estas técnicas, las duraciones de pulso alcanzadas van desde los nano-segundos (10^{-9} s) o los pico-segundos (10^{-12} s), hasta los femto-segundos (10^{-15} s). Con CPA, las potencias alcanzadas pueden llegar a valores del orden de **Peta watts** (10^{15} W) y Zeta watts (10^{21} W).



Las aplicaciones son igualmente numerosas. Se mencionan solo algunas de ellas: los láseres de suficiente potencia (como el CO₂) tienen aplicaciones industriales en finos cortes (ablación) y grabados en papel, cartones, polímeros, vidrios, láminas o hasta piezas gruesas de metal. Los de Ar+ se usaron en cirugía de retina. Los exímeros se aplican en cirugía de córnea. Los sintonizables, como los basados en Alejandrita, se usan en depilación (ya que el folículo es muy selectivo a la longitud de onda), o como catalizadores de reacciones químicas. Los de gas sobre todo, se emplean en metrología (mediciones muy precisas de distancias, índices de refracción, topografía y calidad de superficies), en giroscopía, visión robótica y holografía. La lectura de CD o DVD se realiza con láseres de estado sólido. Los escáneres para lecturas de códigos de barras usan tecnología láser, así como las impresoras. En informática y telefonía, en conjunto con las fibras ópticas, se usan fuentes láser. También, en fusión nuclear, en monitoreo ambiental, en caracterización de materiales, y como pinzas ópticas. Los **shows** con figuras proyectadas en paredes o pantallas, o en humo de hielo seco son, desde luego, realizados con láseres.

Emisión estimulada: la clave fundamental del láser.

Y a todo esto ¿cuál es el fundamento del mecanismo de emisión que hace de la luz láser algo especial? Si nos fijamos en los significados de las iniciales LASER y MASER, notamos que tienen en común lo que podemos llamar Amplificador por Emisión Estimulada. La emisión estimulada es un tipo de emisión no vislumbrada por alguien, excepto por la aguda perspicacia de, sí, Albert Einstein. Antes de 1916, la hipótesis de cuantización establecida por Planck, desde 1900, durante su estudio sobre la emisión de radiación por materiales, sugería que la interacción materia-luz consistía en alguno de dos procesos: o bien la absorción, o bien la emisión de "cuantos" de luz (llamados fotones). Los posteriores trabajos de Bohr en relación al átomo de hidrógeno, en 1912, detallaron esta visión. En un átomo de hidrógeno, la absorción de un fotón de cierta frecuencia significa conducir un electrón desde un nivel de energía, a otro distinto (transición). De un nivel inferior, pasa a un nivel superior. Se dice también, que el átomo "se excita". Este cambio de energía debe ser igual a la energía acarreada por el fotón. La energía E que

transporta un fotón, es proporcional a su frecuencia n (hipótesis de Planck: $E=hn$, con h la constante de Planck). Como no todos los valores de energía son posibles en un átomo, sólo pueden absorberse ciertas frecuencias mediante este mecanismo. Esta clase de proceso explica los espectros de absorción observados en los elementos químicos. La emisión viene a ser el proceso inverso. Cuando el electrón de un átomo en un nivel alto "decae" espontáneamente a un nivel inferior (siguiendo un principio de Mínima Energía), se emite un fotón con energía igual a la diferencia de energías entre los dos niveles involucrados. Puesto que no todos los valores de energía imaginables son realmente posibles, cada átomo emite cierto tipo de fotones: los de frecuencias compatibles con las diferencias de energía de acuerdo a la hipótesis de Planck. Este proceso explica muy bien el espectro de emisión de un elemento químico como el del hidrógeno. La espectroscopía entonces nos revela los niveles de energía electrónica de un elemento. Ambos procesos, el de absorción y el de emisión espontánea, se caracterizan por conservar la energía. En el inicio del proceso y a su término, las energías son iguales.

Lo que Einstein señaló, fue la posibilidad de otro distinto proceso de emisión. Este nuevo proceso consiste en hacer incidir un fotón, de energía E , a un átomo con un electrón que ya se encuentre en una energía superior (átomo ya "excitado"). Si la energía del fotón incidente coincide con la diferencia de energías entre el nivel "excitado" y uno inferior, se estimula la transición a ese nivel inferior. Para que se conserve la energía, debe emitirse un fotón, además del incidente. Este segundo fotón debe tener igual frecuencia que el incidente. Pero no únicamente eso. Los fotones deben abandonar al átomo en completa sincronía para que la energía se siga conservando. Esto significa que el fotón incidente prácticamente se duplica. En otras palabras, el fotón incidente se amplifica por un factor de dos. Estas son las características de la emisión estimulada.

Dos ingredientes más para realizar un láser.

Ni siquiera inmediatamente después del descubrimiento teórico fundamental de Einstein, nadie reportó la observación de este tipo de emisión. Es un evento poco probable.

¿Por qué lo es así?



Verano de Talentos IX

CON EL OBJETIVO DE PROMOVER EN LA POBLACIÓN EN GENERAL UNA CULTURA CIENTÍFICA, FOMENTAR ENTRE LOS JÓVENES LA VOCACIÓN POR EL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y DE MOTIVAR EL INTERÉS DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR POR LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y HUMANISTA EN LAS DIVERSAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO DE NUESTRA UNIVERSIDAD, LA VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO (VIEP) DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA EMITE LA SIGUIENTE:

Convocatoria

Dirigida a estudiantes de preparatoria, bachillerato o equivalente del Estado de Puebla.

Objetivo: Fomentar la participación de estudiantes del nivel medio superior en la investigación científica, dentro de diversas áreas del conocimiento en nuestra Universidad: física, matemáticas, ingeniería, biología, ciencias biomédicas, química, ciencias sociales, humanidades y artísticas, en una estancia de 4 semanas de trabajo con un profesor investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Duración: El programa iniciará el **20 de junio y concluirá el 20 de julio del 2011.**

Requisitos: Podrán participar todos los estudiantes de educación media superior del Estado de Puebla que se encuentren inscritos en cualquier semestre posterior al tercero o segundo año y que tengan un promedio general mínimo de 9.0.

Solicitudes: Los interesados deberán presentar la siguiente documentación:

1. Solicitud de inscripción en formato oficial, que deberá obtenerse en las oficinas de la dirección de su escuela o bien descargando el formato de registro.
2. Constancia oficial de inscripción al semestre o ciclo en curso.
3. Constancia oficial de calificaciones, con el promedio general obtenido hasta el último ciclo cursado.
4. Carta de motivos personales donde indique el área de su interés y las razones por las que desea participar en este programa, sus perspectivas de desarrollo personal, así como el deseo de obtener una beca de la VIEP.

5. Comprobante de domicilio y número(s) telefónico(s) donde pueda ser localizado.

6. Dos cartas de recomendación, de quienes hayan sido sus profesores en alguno de sus cursos.

Fechas: Las solicitudes se reciben a partir del **4 de mayo y hasta el 27 de mayo a las 16:00 horas**, en las oficinas de la Dirección de Divulgación Científica de esta Vicerrectoría. Un comité seleccionará a los candidatos y los resultados se darán a conocer el **6 de junio.**

Becas: La beca consiste en una asignación de \$1,000.00, que se entregará al final de la estancia. Para estudiantes foráneos que sean seleccionados se considerará adicionalmente una subvención para viáticos.

Compromisos: Los estudiantes favorecidos se comprometen a:

- a. Realizar todas las actividades e instrucciones que reciban del investigador con el que trabajen.
- b. Entregar un informe final de actividades en un formato que proporcionará la VIEP (este será entregado en forma impresa y en formato digital).
- c. Presentar el trabajo de investigación desarrollado, en forma de cartel, en un foro que se efectuará durante el mes de agosto.
- d. Así mismo se comprometen a participar en la difusión de actividades desarrolladas por la VIEP.

Informes: Dirección de Divulgación Científica, 4 sur 303 altos, Colonia Centro. Puebla, Pue. Tel. 229.55.00 ext. 5729, de lunes a viernes de 9:00 a 17:00 horas.

Con el propósito de fomentar el interés por la actividad científica en todas las áreas del conocimiento, mediante la realización de una estancia de investigación en las unidades académicas, centros e institutos, en proyectos de gran actualidad bajo la supervisión de un investigador en activo, miembro del Padrón de Investigadores, donde los jóvenes encontrarán una experiencia invaluable que les permita definir su vocación científica, ampliar sus conocimientos y sus opciones para futuras etapas en su formación profesional, la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP)

Programa La Ciencia en tus Manos XI

Convoca a estudiantes de licenciatura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla a realizar una estancia de 6 semanas dentro del Programa *La Ciencia en tus Manos XI*.

Duración: del 30 de mayo al 15 de julio de 2011.
Requisitos: Podrán participar todos los estudiantes de licenciatura que, durante el primer semestre de 2010, estén inscritos y que hayan concluido el tercer cuatrimestre del plan de estudios de la licenciatura al momento de realizar la estancia, y que tengan un promedio general mínimo de 9.0. (No podrán par-

ticipar quienes hayan concluido los cursos de su carrera).

Solicitudes: Los interesados que cumplan con los requisitos establecidos deberán hacer su registro en línea, donde llenarán la información que se pide para poder imprimir la solicitud de inscripción oficial. Además deberán entregar la siguiente documentación:

- 1. Solicitud de inscripción oficial** original, firmada por el alumno y el investigador, así como una copia.
- 2. Copia de la póliza oficial de inscripción** al cuatrimestre o ciclo en curso
- 3. Constancia oficial de calificaciones**, kardex legalizado o kardex simple sellado por la Secretaría Académica de su facultad o escuela, desglosada por cuatrimestre o ciclo, que indique el promedio general obtenido hasta el último ciclo cursado.
- 4. Carta de motivos del estudiante**, donde indique claramente sus razones para participar en el programa, señalando la forma en que se relaciona su carrera con el área disciplinaria en la que desea realizar su estancia. Así como, el deseo de obtener una beca de la VIEP.
- 5. Copia de identificación oficial** (credencial de elector, pasaporte, cartilla militar).
- 6. Copia de comprobante de domicilio.**
- 7. Carta de aceptación del investigador**, perteneciente al padrón de investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con quien pretende realizar la estancia, en la que indique su aceptación y donde se comprometa a tenerlo bajo su tutela durante el tiempo que dura el programa.
- 8. Descripción breve del proyecto** a desarrollar con el investigador, máximo una cuartilla.
- 9. Carta de recomendación personalizada** expedida por algún profesor que conozca el desempeño académico del alumno en la que comente ampliamente las características positivas y negativas del aspirante que, a su consideración, sean relevantes para juzgar de forma objetiva la aptitud y potencial del aspirante para realizar la estancia en la institución de su elección.
Asimismo, el alumno deberá entregar la documentación original en la Dirección de Divulgación Científica, VIEP, 4 Sur 303 Colonia Centro, Puebla Pue. **La omisión de cualquiera de estos puntos impedirá que la solicitud sea evaluada.**
Selección: La VIEP elegirá a los integrantes de los Comités de Evaluación, quienes analizarán las solicitudes y seleccionarán a los candidatos. Los resultados y las instrucciones que deberá observar el becario durante su estancia se darán a conocer el **27 de mayo** en el sitio de la VIEP, siendo inapelable su decisión.
Becas: Incluyen una asignación de **\$2,000.00** (dos

mil pesos 00/100 MN) para los estudiantes aceptados, misma que se entregará en dos partidas.

Fechas: El sistema permitirá el registro de las solicitudes a partir del **4 de mayo** y cerrará el día **20 de mayo de 2011** a las **16:00 horas**, lapso de tiempo en el que deberán entregarse los documentos. No habrá prórroga en estos plazos.

Investigadores: Solamente podrán participar los investigadores registrados en el Directorio del Padrón de Investigadores vigente al 2011.

Compromisos: Los estudiantes favorecidos se comprometen a:

- Realizar todas las actividades e instrucciones que reciban del investigador con el que trabajen.
- Entregar un reporte de una cuartilla a mitad del periodo de estancia, así como el aval de su investigador correspondiente, donde informe los avances en su investigación.
- Presentar un informe final de actividades al finalizar el programa, en un formato que proporcionará la VIEP, con el correspondiente aval de su investigador, que deberá entregar en forma impresa y en formato digital (USB ó CD).
- Presentar el trabajo de investigación desarrollado, en forma de cartel y con las especificaciones que haga la VIEP, en un foro que se efectuará durante el mes de agosto.
- Así mismo se comprometen a participar en la difusión de actividades desarrolladas por la VIEP.

Notas:

- No podrán participar los estudiantes que hayan sido beneficiados en dos ocasiones anteriores dentro este programa o que se encuentren como becarios de cualquier modalidad (PRONABES, CONACYT, CONCYTEP, Proyectos VIEP, etc.) durante el tiempo que dure el programa.
- Solo se asignarán un máximo de dos becarios para investigadores del padrón y tres para investigadores del SNI.
- Queda bajo responsabilidad del investigador autorizar a que los estudiantes, seleccionados en este programa, puedan tomar algún curso de verano o estén realizando servicio social.

Informes: Dirección de Divulgación Científica, 4 sur 303 altos, Colonia Centro. Puebla, Pue. Tel. 229.55.00 ext. 5729, de lunes a viernes de 9:00 a 17:00 horas.

Frida

precolombina

Guía para ciegos

Del neomanierismo y la vanguardia estridentista al primitivismo sincrético

Luis Roberto Vera



La obra de Frida Kahlo (6 de julio de 1907-13 de julio de 1954) está indisolublemente unida a su conciencia de pertenecer a México. Y esta pertenencia es la que le da sentido a su obra. De aquí que el carácter íntimo y autobiográfico de sus temas necesariamente recurra a una reinterpretación personal del pasado mesoamericano.

A un siglo de su nacimiento, ya podemos aventurar algunas consideraciones respecto a las características de su trabajo y a su inserción en el contexto de la historia tanto del arte como de la época que le tocó vivir. En primer lugar, la obra plástica de Frida Kahlo es deudora de los precedentes ofrecidos por las vanguardias europeas, quienes además de criticar los valores académicos y de clase, habían replanteado el valor específico de las artes primitivas. Luego, ve en la Revolución mexicana el proceso de instauración de un nuevo orden social, político, económico y cultural, que significaba la asunción de un pasado indígena no por negado menos presente.

Al mismo tiempo, Frida nunca cejó en su defensa de los valores más íntimos y personales de cada individuo, que en su caso implicaba la construcción de una identidad autónoma mediante el acto de asumir tanto sus orígenes raciales y culturales mestizos, como la conciencia explícita de no pertenecer al estrato socioeconómico que detentaba en principio los bienes de producción y, luego, el control del poder político mediante la conformación de una élite más consciente aún de la defensa de sus intereses y privilegios. Nadie menos ingenuo que Frida, también, respecto a la necesidad de resguardar el ámbito más íntimo de su libertad interior. Porque su fortaleza pro-

viene, me parece, de esa interacción constante entre la verdad de su experiencia y la creación de su obra plástica. Y esta interacción, como un péndulo en su constante vaivén, pero dinamizada por la autocrítica, es la que le permite la paulatina construcción de su propia personalidad. Se trata de una indagación literalmente descarnada y de la que nos da cuenta la evolución de su obra, en la cual no es lo menos importante haber asumido las diversas facetas de una identidad sexual rica, específica y compleja.

Y por eso, *last but not least*, su obra reivindica el papel específico de una personalidad extremadamente consciente tanto de sus orígenes sociales e históricos, como de su identidad femenina y de su posición feminista.

Este cuádruple movimiento no refleja oposiciones irreductibles sino complementariedades necesarias: cosmopolitismo/nacionalismo, intimidad/feminismo (ejes de los espacios de la subjetividad y de los derechos a la función pública) confluyen en una visión intensamente afincada en una reflexión sobre el valor del individuo y su inserción en la realidad mexicana. De allí que el modo de vida elegido y construido por Frida Kahlo sea el más alejado al concepto de abnegación y de las dos tréadas de los valores burgueses asignados a la mujer: "recato, castidad, serenidad", más "decoro, discreción y buen gusto". Paralelamente a su preocupación e interés por la realidad nacional, la obra pictórica de Frida se distingue por la fuerza vital que emana de su carácter pasional y eminentemente subjetivo al mostrar en forma descarnada sus angustias y sufrimientos.

Por eso todavía hay un quinto aspecto: el de la reivindicación del indigenismo como el motor de cada una de las fuerzas que confluyen en su vida y en su obra. Este aspecto no sólo aglutina vanguardia, revolución, reflexión interior y defensa a ultranza de los derechos de la mujer a participar en la vida política y en la construcción social del país, sino que su lucha por la defensa de las culturas originales es la vía para cuestionar la ideología burguesa dominante.

Frida asume su identidad como un proceso dinámico en continuo movimiento. Empresa dramática si las hay, por estar condenada al fracaso. Esta búsqueda surge por la necesidad trágica de otorgar coherencia a los elementos más heterogéneos que la constituyen. Si a ratos logra un equilibrio sintético entre las fuerzas que luchan dentro de sí, esta situación se manifiesta permanentemente inestable y esquiva.

De allí que cada obra de Frida Kahlo dé cuenta no sólo del momento puntual y concreto que vive, sino también de la coyuntura de la época en que está situada y, proyectada en un panorama de larga duración, exponga asimismo la inserción profunda de esta identidad.

En efecto, se trata de un conjunto de fases cargado de ambivalencias y cuya disposición, tal como ahora la vemos, está lejos de manifestar una secuencia rectilínea y progresiva. De allí que, por ejemplo, su inserción en la vanguardia haya sido el resultado de un proceso paulatino y tachonado de conflictos, pero que ahora podemos observar precisamente gracias a la preservación y difusión de su obra.

Sin embargo, tenemos que precavernos de no confundir la simplificación de la fridomanía actual con la autenticidad de la experiencia original. Lo que todavía podría pasar por admiración, simpatía o conmiseración fraternal ante su lucha contra la enfermedad, o el asombro perfectamente comprensible ante lo sorprendente de su indumentaria y de la rica variedad de las apropiaciones populares, nada tiene que ver con el facilismo de la apropiación mer-

cantilista de la fridomanía y la complejidad creativa que implica contemplar su obra. En este triunfo del mercado se substituye la experiencia inmediata de la obra por el adocenamiento de la acumulación.

La misma precaución es válida respecto a sus citas del entorno popular. Aunque por su padre había tenido acceso a la alta cultura, por el lado materno estaban muy cercanas sus raíces autóctonas. De aquí su gusto por la inmensa variedad de los objetos de artesanía popular, que revelan una rica inventiva de color, textura y formas siempre renovadas que tanto le placían. Y del mismo orden es su personal apropiación del vestuario, joyería y accesorios populares, por lo que es más conocida, ya que lo utiliza con gracia y juiciosa discriminación en la mayoría de sus retratos. Fue ella precisamente quien contribuyó a popularizar entre sus amigas del medio intelectual mexicano la utilización de tal tipo de atuendo y joyería.

El accidente de Frida fue real, tan real como las secuelas en su salud. Es cierto que su arte se originó como un consuelo y un paliativo para una larga convalecencia, pero en esta actividad, para la cual ya estaba bien dispuesta, encontró luego un sentido y logró hacer de él un medio para rehacerse a sí misma, gracias precisamente a una capacidad para enfrentar la adversidad. Si la enfermedad la llevó al arte, luego lo perfeccionó a pesar de la enfermedad. Uno se sentiría tentado a decir que Frida se hizo artista por y a través del dolor si su último período no mostrara el embotamiento provocado por las drogas y los estragos con que la enfermedad minó finalmente su pintura y su vida.

Bibliografía

Luis Roberto Vera, *Frida precolombina: guía para ciegos (del neomanierismo y la vanguardia estridentista al primitivismo sincrético)*. Xalapa, Ver., Universidad Veracruzana/ BUAP/ Secretaría de Cultura del Estado de Puebla/ CONACYT, 2009. ISBN: 978-607-7605-62-1; 978-607-487-069-5; 978-607-7525-12-7. 234 pp.

Fisión nuclear

En este número de *Spinor*, hemos incluido un artículo sobre los reactores nucleares para comprender más acerca de los sucesos que ocurren en su interior, y a manera de complemento, exponemos este texto en el cuál veremos qué es la fisión nuclear y cuál es su papel dentro de la planta nuclear.

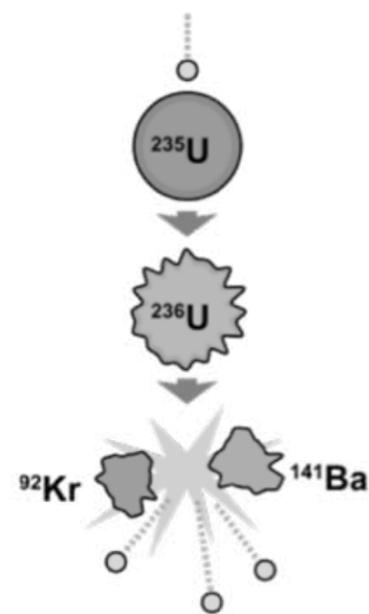
En física, la fisión es una reacción que tiene lugar en el núcleo atómico. La fisión ocurre cuando un núcleo pesado se divide en dos o más núcleos pequeños, además de algunos subproductos como neutrones libres, fotones (generalmente rayos gamma) y otros fragmentos del núcleo como partículas alfa (núcleos de helio) y beta (electrones y positrones de alta energía).

Mecanismo

La fisión de núcleos pesados es un proceso exotérmico lo que supone que se liberan cantidades sustanciales de energía. El proceso genera mucha más energía que la liberada en las reacciones químicas convencionales, en las que están implicadas las cortezas electrónicas; la energía se emite, tanto en forma de radiación gamma como de energía cinética de los fragmentos de la fisión, que calentarán la materia que se encuentre alrededor del espacio donde se produzca la fisión.

La fisión se puede inducir por varios métodos, incluyendo el bombardeo del núcleo de un átomo fisionable con una partícula de la energía correcta; la otra partícula es generalmente un neutrón libre. Este neutrón libre es absorbido por el núcleo, haciéndolo inestable (como una pirámide de naranjas en el supermercado llega a ser inestable si alguien lanza otra naranja en ella a la velocidad correcta). El núcleo inestable entonces se partirá en dos o más pedazos: los productos de la fisión que incluyen dos núcleos más pequeños, hasta siete neutrones libres (con una media de dos y medio por reacción), y algunos fotones.

Los núcleos atómicos lanzados como productos de la fisión pueden ser varios elementos químicos.



Fisión nuclear de un átomo de uranio-235.

Los elementos que se producen son resultado del azar, pero estadísticamente el resultado más probable es encontrar núcleos con la mitad de protones y neutrones del átomo fisionado original. Los productos de la fisión son generalmente altamente radiactivos, no son isótopos estables; estos isótopos entonces decaen, mediante cadenas de desintegración.

Induciendo la fisión

La fisión nuclear de los átomos fue descubierta en 1938 por los investigadores alemanes Otto Hahn y Fritz Strassmann a partir del trabajo desarrollado por el propio Hahn junto a Lise Meitner durante

años anteriores. Por este descubrimiento recibió en 1944 el Premio Nobel de química. El estudio de la fisión nuclear se considera parte de los campos de la química y la física.

Aunque la fisión es prácticamente la desintegración de materia radioactiva, comenzada a menudo de la manera más fácil posible que es la absorción de un neutrón libre, además puede también ser inducida lanzando a un núcleo fisionable protones, otros núcleos, o aún fotones de gran energía en cantidades muy altas (porciones de rayos gamma).

Cuanto más pesado es un elemento más fácil es inducir su fisión. La fisión en cualquier elemento más pesado que el hierro produce energía, y la fisión en cualquier elemento más liviano que el hierro requiere energía. Lo contrario también es verdad en las reacciones de fusión nuclear (la fusión de los elementos más livianos que el hierro produce energía y la fusión de los elementos más pesados que el hierro requiere energía).

Los elementos más frecuentemente usados para producir la fisión nuclear son el uranio y el plutonio. El uranio es el elemento natural más pesado; el plutonio experimenta desintegraciones espontáneas y tiene un período de vida limitado. Así pues, aunque otros elementos pueden ser utilizados, estos tienen la mejor combinación de abundancia y facilidad de fisión.

Proceso de reacción en cadena

Una reacción en cadena ocurre como sigue: un acontecimiento de fisión empieza lanzando 2 ó 3 neutrones en promedio como subproductos. Estos neutrones se escapan en direcciones al azar y golpean otros núcleos, incitando a estos núcleos a experimentar fisión. Puesto que cada acontecimiento de fisión lanza 2 o más neutrones, y estos neutrones inducen otras fisiones, el proceso se acelera rápidamente y causa la reacción en cadena. El número de neutrones que escapan de una cantidad de uranio depende de su área superficial. Solamente los materiales fisionables son capaces de sostener una reacción en cadena sin una fuente de neutrones externa.

Masa crítica

La masa crítica es la mínima cantidad de material requerida para que el material experimente una reacción nuclear en cadena. La masa crítica de un elemento fisionable depende de su densidad y



de su forma física (barra larga, cubo, esfera, etc.). Puesto que los neutrones de la fisión se emiten en direcciones al azar, para maximizar las ocasiones de una reacción en cadena, los neutrones deberán viajar tan lejos como sea posible y de esa forma maximizar las posibilidades de que cada neutrón choque con otro núcleo. Así, una esfera es la mejor forma y la peor es probablemente una hoja aplastada, puesto que la mayoría de los neutrones saldrían de la superficie de la hoja y no chocarían con otros núcleos.

También es importante la densidad del material. Si el material es gaseoso, es poco probable que los neutrones choquen con otro núcleo porque hay demasiado espacio vacío entre los átomos y un neutrón volaría probablemente entre ellos sin golpear nada. Si el material se pone bajo alta presión, los átomos estarán mucho más cercanos y la probabilidad de una reacción en cadena es mucho más alta. La alta compresión puede ser alcanzada poniendo el material en el centro de una implosión, o lanzando una cierta cantidad de ella contra otra porción muy fuertemente (con una carga explosiva, por ejemplo). Una masa crítica del material que ha comenzado una reacción en cadena se dice que se convierte en supercrítica.

Moderadores

Únicamente con juntar mucho uranio en un solo lugar no es suficiente como para comenzar una reacción en cadena. Los neutrones son emitidos por un núcleo en fisión a una velocidad muy elevada. Esto significa que los neutrones escapan del núcleo antes de que tengan oportunidad de golpear cualquier otro núcleo (debido a un efecto relativista).

Un neutrón de movimiento lento se llama neutrón térmico y solamente esta velocidad del neu-



trón puede inducir una reacción de fisión. Así pues, tenemos cuatro velocidades de neutrones:

- Un neutrón (no-térmico) rápidamente se escapará del material sin interacción;
- Un neutrón de velocidad mediana será capturado por el núcleo y transformará el material en un isótopo (pero no induciría la fisión).
- Un neutrón de movimiento lento (térmico) inducirá a un núcleo a que experimente la fisión.
- Un neutrón móvil realmente lento será capturado o escapará, pero no causará fisión.

Algunos años antes del descubrimiento de la fisión, la manera acostumbrada de retrasar los neutrones era hacerlos pasar a través de un material de peso atómico bajo, tal como un material hidrogenoso. El proceso de retraso o de moderación es simplemente una secuencia de colisiones elásticas entre las partículas de alta velocidad y las partículas prácticamente en reposo. Cuanto más parecidas sean las masas del neutrón y de la partícula golpeada, mayor es la pérdida de energía cinética por el neutrón. Por lo tanto los elementos ligeros son los más eficaces como moderadores de neutrones.

En los años 30 se les ocurrió la posibilidad de mezclar el uranio con un moderador: si fuesen mezclados correctamente, los neutrones de alta velocidad de la fisión podrían ser retrasados al rebotar en un moderador, con la velocidad correcta, para inducir la fisión en otros átomos de uranio. Las características de un buen moderador son: peso atómico bajo y baja o nula tendencia a absorber los neutrones. Los moderadores posibles son entonces el hidrógeno, helio, litio, berilio, boro y carbono. El litio y el boro absorben los neutrones fácilmente, así

que se excluyen. El helio es difícil de utilizar porque es un gas y no forma ningún compuesto. La opción de moderadores estaría entonces entre el hidrógeno, deuterio, el berilio y el carbono. Fueron Enrico Fermi y Leó Szilárd quienes propusieron primero el uso de grafito (una forma de carbono) como moderador para una reacción en cadena. El deuterio es el mejor tecnológicamente (introducido en el agua pesada), sin embargo el grafito es mucho más económico.

Efectos de los isótopos

El uranio natural se compone de tres isótopos: ^{234}U (0,006%), ^{235}U (0,7%), y ^{238}U (99,3%). La velocidad requerida para que se produzca un acontecimiento de fisión y no un acontecimiento de captura es diferente para cada isótopo.

El uranio-238 tiende a capturar neutrones de velocidad intermedia, creando ^{239}U , que decae sin fisión a plutonio-239, que sí es fisible. Debido a su capacidad de producir material fisible, a este tipo de materiales se les suele llamar fértiles.

Los neutrones de alta velocidad (52.000 km/s), como los producidos en una reacción de fusión tritio-deuterio, pueden fisionar el uranio-238. Sin embargo los producidos por la fisión del uranio-235, de hasta 28.000 km/s, tienden a rebotar inelásticamente con él, lo cual los desacelera. En un reactor nuclear, el ^{238}U tiende, pues, tanto a desacelerar los neutrones de alta velocidad provenientes de la fisión del uranio-235 como a capturarlos (con la consiguiente transmutación a plutonio-239) cuando su velocidad se modera.

El uranio-235 fisiona con una gama mucho más amplia de velocidades de neutrones que el ^{238}U . Puesto que el uranio-238 afecta a muchos neutrones sin inducir la fisión, tenerlo en la mezcla es contraproducente para promover la fisión. De hecho, la probabilidad de la fisión del ^{235}U con neutrones de velocidad alta puede ser lo suficientemente elevada como para hacer que el uso de un moderador sea innecesario una vez que se haya suprimido el ^{238}U .

Sin embargo, el ^{235}U está presente en el uranio natural en cantidades muy reducidas (una parte por cada 140). La diferencia relativamente pequeña en masa entre los dos isótopos hace, además, que su separación sea difícil. La posibilidad de separar ^{235}U fue descubierta con bastante rapidez en el proyecto Manhattan, lo que tuvo gran importancia para su éxito.

Efemérides Marzo



Marzo 2 de 1957: Nace el genio de la electrónica Mark Dean, uno de los responsables de las mejoras en la arquitectura de las PC's.

- 1966: La sonda Venera 3 fue el primer objeto fabricado por el ser humano que alcanzó la superficie del planeta Venus.
- 1957: Nace el genio de la electrónica Mark Dean, uno de los responsables de las mejoras en la arquitectura de las PC.
- 1847: Nacimiento de Alexander Graham Bell, principal inventor del teléfono.
- 1895: Rudolph Diesel, inventor del motor Diesel, presentó una solicitud de patente relativa a sus desarrollos.
- 1827: Falleció Pierre-Simon Laplace, uno de los matemáticos más brillantes de todos los tiempos.
- 1786: Muere en México don Joaquín Velázquez Cárdenas y León, abogado, astrónomo y científico.
- 1672: Nace en la ciudad de Querétaro, Francisco Javier Solchaga, teólogo, orador, filósofo, misionero y hombre de ciencia.
- 1910: La francesa Raymonde de la Roche logró ser la primera mujer en obtener una licencia oficial como aviadora.
- 1856: Nace Edward Goodrich Acheson, pionero en el desarrollo de materiales ultraduros para su uso en la industria.
- 1876: Primera llamada telefónica que Alexander Graham Bell efectuó con el teléfono de su invención.
- 1955: Fallece el premio Nobel Alexander Fleming, descubridor de la penicilina.
- 1824: Nace el físico Gustav R. Kirchoff, investigador del análisis espectral.
- 1733: Nace el químico Joseph Priestley, descubridor del oxígeno y el agua carbonatada.
- 1879: Nace Albert Einstein, revolucionó la física con su Teoría de la Relatividad.
- 1892: Jesse W. Reno patentó una de las primeras escaleras mecánicas.
- 1925: Luis E. Miramontes, químico mexicano, coinventor de la píldora anticonceptiva.
- 1985: Muere el eminente médico e investigador don Bernardo Sepúlveda Gutiérrez, oriundo de Monterrey, México.
- 1858: Nacimiento del ingeniero Rudolph Diesel, inventor del motor Diesel.
- 1861: El inventor Elias Howe obtuvo una patente por su máquina de coser, práctica y comercializable.
- 1858: Nace el médico Reuter Emerich Roth, promovió las nociones de higiene y ejercicio que hoy se consideran imprescindibles para una vida sana.
- 1991: El inventor Leo Fender, uno de los más destacados pioneros en el desarrollo y fabricación de guitarras eléctricas, falleció.
- 1895: Los hermanos Auguste y Louis Lumiere, inventores del cinematógrafo, mostraron su primera película.
- 1840: J. W. Draper tomó la primera foto (un daguerrotipo) de la Luna.
- 1905: Falleció el escritor francés Julio Verne, famoso por su premonitoria novela De La Tierra a La Luna.
- 1876: Muere el mexicano don José María Vértiz, oftalmólogo, catedrático y médico de los hospitales asistenciales. Fue director de la Escuela Nacional de Medicina.
- 1753: Nace el físico Benjamin Thompson, investigó el calor y fundador de la prestigiosa organización científica Royal Institution.
- 1824: Nace Johann W. Hittorf, pionero en los estudios de fenómenos electroquímicos.
- 1797: El estadounidense Nathaniel Briggs patentó una lavadora.
- 1732: Se acuña por primera vez en México la moneda redonda con las armas reales, acordonada en el canto con la flor de lis.
- 2010: El LHC (Large Hadron Collider) del CERN consigue colisionar dos haces de protones a 7 TeV, abriendo una nueva era de la física.
- 1727: Fallece Isaac Newton, padre de la física moderna.

Entrevista al doctor Aarón Pérez Benítez

Galardonado con el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2010 en la categoría de «Divulgación del conocimiento científico y tecnológico».

“Fui un niño de escasos recursos y para que nos dieran un desayuno escolar gratuito, la maestra nos pedía sacar diez de calificación en matemáticas; así que otros niños y yo nos aplicábamos para sacar diez todos los días”

El doctor Aarón Pérez Benítez es profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Químicas, desde 1989. Realizó su licenciatura en Ciencias Químicas y maestría en Química en la BUAP y el doctorado en Química en el Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad Autónoma de Barcelona, en España.

En enero de 2011 fue galardonado por el CONCYTEP con el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2010 en la categoría de “Divulgación del conocimiento científico y tecnológico”.

Spinor (S) ¿Cuál ha sido su trayectoria y cuáles son sus líneas de investigación?

Doctor Aarón Pérez (DAP): En la parte de divulgación, tengo un poco más de veinte años realizando conferencias y talleres de ciencia. Hemos trabajado con niños en las primarias, en las escuelas secundarias y en las preparatorias, y también con personas mayores cuando asistimos a las ferias estatales de ciencia y tecnología realizadas en colonias populares, donde les enseñamos a hacer cosas prácticas de química, física o matemáticas.

He buscado que los temas que desarrollo en esta área relacionen la parte científica con aspectos de interés general como la contaminación ambiental y el reciclaje. Por ejemplo, le enseñé a la gente a elaborar adornos simétricos hechos a partir de botellas de refresco vacías, tubos de papel de baño y discos compactos o con sobres de papel y popotes. En esta parte he logrado engarzar mi creatividad con mi trabajo como maestro, divulgador y científico, lo que me ha permitido publicar 33 artículos de docencia y divulgación, en revistas institucionales, estatales, nacionales e internacionales.

En la parte de investigación disciplinaria, mi preparación en el campo de los materiales me ha permitido interaccionar en diferentes áreas de investigación que abarcan la química orgánica, la inorgánica y la ciencia de materiales misma. Específicamente me interesan los nuevos materiales con propiedades optoelectrónicas de interés tecnológico; de entre ellos, los derivados de **fullerenos**, **tetratífulvalenos** y los **carboxilatos** metálicos (Figura 1). Veintiún artículos publicados en revistas nacionales e internacionales de mediano y alto impacto han sido publicados como resultado de esta labor.

He de hacer notar que durante mi tesis de maestría que realicé en el Instituto de Química de la UNAM, en la química de los fullerenos, logré obtener una sal **iónico-radicalaria** derivada del **fullereno** I_h-C_{60} , que es frecuentemente citada en el área de los materiales **fullerénicos**: Un artículo del *Journal of the American Chemical Society*, bastante importante por cuyas citas me encuentro mencionado en el *Atlas de la Ciencia Mexicana*.

(S): ¿Qué maestros, personajes o sucesos han marcado su vida como científico?

(DAP): Bueno, quizá esto tenga más que ver con los recuerdos de mi infancia y mi adolescencia. Hubo maestros que me motivaron mucho desde la escuela primaria a hacer cosas, a tener buenas calificaciones. En la primaria fui un niño de escasos recursos y para que nos dieran un desayuno gratuito, la maestra nos pedía sacar diez de calificación en matemáticas, así que otros niños y yo nos aplicábamos para sacar diez de calificación y con eso teníamos desayuno gratis todos los días. En la secundaria tuve la fortuna de contar con maestros que les gustaba la química y



que nos ponían a hacer experimentos; algunos de los que recuerdo mucho son la elaboración de un volcán químico, la elaboración de motores simples con una batería y la construcción de un electroimán. Si, sin lugar a dudas que mis profesores de la escuela primaria Miguel Hidalgo y Costilla y de la secundaria “Héroes de la Reforma” influyeron mucho en mi formación.

Respecto a mi inclinación por la divulgación le debo mucho al Dr. Enrique González Vergara del Instituto de Ciencias de la BUAP. Y mi pasión por los **fullerenos** la debo a mi interacción académica con el Dr. Andoni Garriz de la Facultad de Química de la UNAM y a la revista *Educación Química*, en la cual he publicado varios artículos. La simetría y la esteoquímica me apasionan y siempre busco formas prácticas de enseñarla; por eso hago modelos tridimensionales y equipos de bajo costo, para enseñar la química objetivamente en la licenciatura e incluso en los niveles pre-universitarios.

(S): ¿Cómo es su vida como científico y cuál ha sido su mayor obstáculo como investigador?

(DAP): Estas preguntas que me haces son muy interesantes y debo confesarte que nunca me las había planteado. Como científico hago lo que me gusta y quizá ese es el mayor obstáculo que tengo, pues no hago lo que debería hacer; es decir, hago cosas que para muchos de mis colegas carecen de importancia, como escribir en revistas de circulación local y nacional... o hacer divulgación científica. Afortunadamente el premio estatal que he recibido ya le da otro valor a mis actividades. Como investigador me considero muy creativo, pero soy bastante desordenado; algo contra lo que siempre tengo que luchar.

Otra de las razones por las que hago divulgación es porque busco cambiar la imagen que la gente tiene de un científico. El prototipo es una persona un poco loca y fuera de este mundo. La verdad es que no, los científicos somos gente común y corriente, aunque hay algunos que parezcan que no lo son. Los científicos somos gente normal, tenemos los mis-

mos problemas que el resto de la gente: económicos, familiares, psicológicos y demás. Y al igual que a ellos, esos problemas nos influyen y en cierta medida determinan nuestro trabajo de investigación. Por ejemplo, como te comentaba anteriormente, a mi me interesa mucho el reciclaje por la problemática que hay en cuanto a la contaminación ambiental, el efecto invernadero, la química verde y la sustentabilidad.

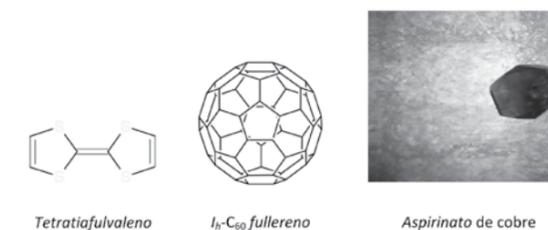


Figura 1. Entidades químicas que dan origen a materiales con propiedades físicas y farmacológicas que aborda el profesor Aarón Pérez Benítez en su trabajo de investigación disciplinaria.

(S): Recientemente fue galardonado con el Premio de Ciencia y Tecnología por su trabajo en divulgación, ¿nos podría hablar más al respecto?

(DAP): Ha sido muy satisfactorio haber recibido el premio estatal de divulgación científica. Le ha dado un gran valor a mis actividades y constituye una enorme recompensa al tiempo que he invertido en ellas. Más que el premio económico, el reconocimiento social ha sido fundamental.

En cuanto a la divulgación que hago, además de la parte de reciclaje que te comenté, también me interesa abordar problemas de geometría y de simetría con modelos físicos porque a mí me costó trabajo entenderlos en la licenciatura. Y porque en una pequeña investigación que hice entre mis estudiantes, me di cuenta que no dominaban los conceptos básicos que deben aprenderse en la enseñanza elemental; así que pensé que debía atacar el problema de raíz y mejorar la enseñanza-aprendizaje de esos

temas en la primaria y en la secundaria. Ahí supe que a los niños les gusta mucho hacer ese tipo de trabajos prácticos que los entretienen y les ayudan a aprender. Eso los aleja un poco de los vicios de la internet, como chatear o jugar demasiado. Me gusta presentar mis trabajos en congresos científicos, pero ver el entusiasmo de los niños por aprender me motiva mucho más.



Ejemplo de simetría tetraédrica

(S): ¿Cómo ve hoy a la Universidad y cómo cree que será en el futuro?

(DAP): Desde que entré a la BUAP hasta este momento, obviamente que he visto muchos cambios, algunos para bien y otros para mal. Recuerdo por ejemplo que teníamos total libertad para entrar a Ciudad Universitaria a hacer ejercicio. La gente tenía en la Universidad un espacio para convivir con su familia y eso ahora está muy limitado. La entrada ya no es tan libre y la gente ya no puede estar cerca del lago porque está alambrado, lo mismo que las canchas deportivas. En fin, que este tipo de entretenimientos gratuitos a los que la gente estaba acostumbrada ya no existen, con lo cual la interacción entre la gente común y la Universidad se ha limitado muchísimo. Yo cuando niño conviví con mi familia viniendo aquí a la Universidad. Luego de joven me la pasé jugando basquetbol y haciendo deporte. Por eso es que no dejo de preguntarme, cuántos de los problemas sociales podrían evitarse si a la gente no se le estuvieran quitando poco a poco los espacios



Ejemplo de simetría icosaédrica

gratuitos de esparcimiento y diversión sana. La Universidad ha cambiado para bien en el sentido de que los jóvenes ya pueden elegir entre varias carreras y estudiar su licenciatura con una beca, si es que cubren los requisitos para obtenerla. Asimismo, la BUAP tiene mejor infraestructura material y humana. Sin embargo no dejan de ser insuficientes los apoyos para hacer investigación, ya no digamos de frontera, sino hasta la misma investigación básica.

Cuesta y desgasta mucho hacerse de recursos para financiar las investigaciones de uno. Creo que eso nunca va a cambiar. Por otro lado quiero ser muy romántico y pensar que en el futuro los salarios van a mejorar y que nuestros ingresos no van a depender de los estímulos al desempeño académico. Espero sobre todo que las cuestiones políticas dejen de tener tanta influencia sobre los asuntos académicos universitarios.

Asimismo, no dejo de pensar que la Universidad perdió un poco de pluralidad y que los universitarios nos hemos alejado de los problemas sociales. Siento un divorcio entre la Universidad y la sociedad poblana que afecta a varios ámbitos del mismo desarrollo universitario. Cito por ejemplo, nuestra falta de sensibilidad por el problema de la basura; hay que resaltar que ni siquiera en el interior de la Universidad se hace una recogida selectiva de la basura, que permita reciclarla o cuando menos facilitar el trabajo de las personas que viven de ella.



Un modelo del fullereno carbono 60 (Ih-C60) hecho con fondos de botella.

(S): ¿Qué recomendación tiene usted para los jóvenes que se inician en la ciencia?

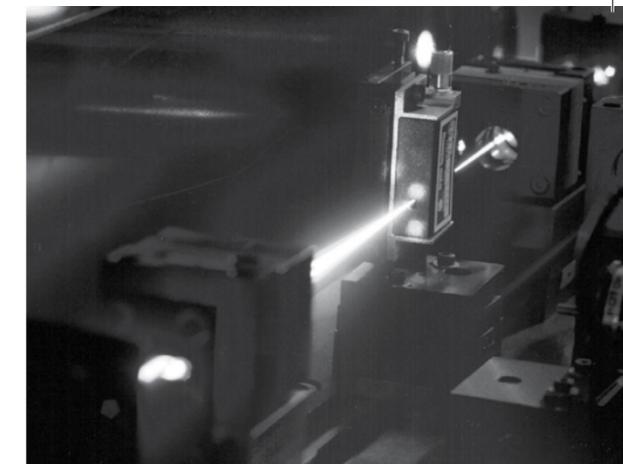
(DAP): Que vean todo, que aprendan todo, que apunten todo. Que aprovechen la experiencia de sus maestros que esa no se encuentra en los libros de texto. Que pongan mucha atención a lo que se les enseña, que al fin y al cabo se están preparando para una vida futura y nunca se sabe de lo que uno va a vivir. Me ha tocado escuchar a algunos estudiantes decir que ellos nunca serían maestros y luego me los he encontrado desempeñándose en el área docente, en secundaria o en preparatoria. Que nunca digan "es que esta materia no me entra", que confíen en sus capacidades y busquen los recursos apropiados para superar ese problema.

Mi segunda recomendación es que sean más conscientes de los problemas sociales en general, y de los familiares en particular. Que aprendan a valorar las oportunidades que sus padres y la vida les brindan. Si sus padres fueron buenos, ahora ellos con teléfonos celulares, internet, mejores bibliotecas y con mayores posibilidades económicas deben ser más buenos aún. Si el estudiante supera al maestro, el hijo tiene que superar a sus padres, en el buen sentido de la palabra.

(S) Para concluir, ¿qué le gustaría agregar?

(DAP) Mi agradecimiento sobre todo a mis padres, a mis hijos y a toda mi familia en general. A Rosa Elena Arroyo Carmona que ha estado conmigo trabajando durante diez años en este asunto de la divulgación científica, a veces malpasándonos con una torta y un refresco al asistir a impartir talleres de ciencia en Atlixco, Tecamachalco, Libres y otras partes del estado. Ahora ella misma se ha convertido en una divulgadora y tiene sus propios proyectos y un pequeño grupo de divulgación.

De todos ellos también es este premio, así como de mis alumnos que han trabajado en mi equipo de divulgación y de investigación. **(MAMB)**



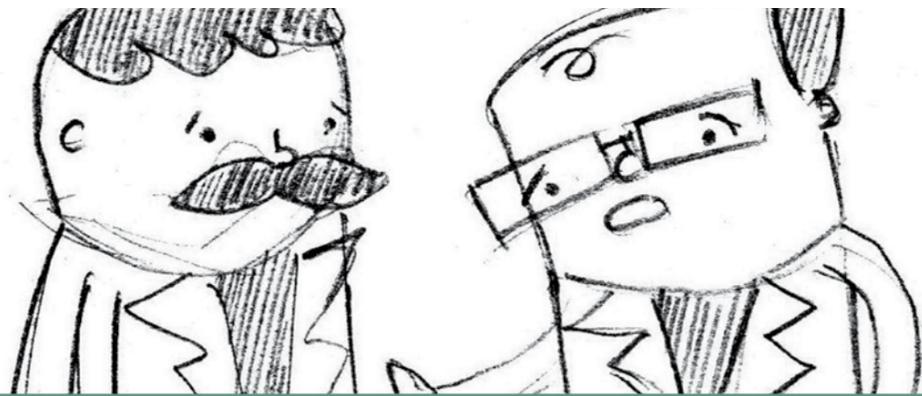
Las dos emisiones, espontánea y estimulada suceden; pero usualmente, en un sistema termodinámicamente en equilibrio, la mayoría de los átomos se hallan con energías bajas (se dice que siguen la ley de distribución de Boltzman). Es una minoría de átomos emisores los que se hallan con energías adecuadamente altas. Como consecuencia, la emisión espontánea prevalece sobre la estimulada. Aquélla "apantalla" a ésta. Debido a este apantallamiento, el descubrimiento de Einstein permaneció sin atención por mucho tiempo. Pero quienes desarrollaron el primer máser, unos 38 años después, al percatarse de la distribución de energías, la invirtieron al costo de inyección de más energía (el llamado "bombeo"). Así, lograron superar el número de moléculas excitadas (en el caso del máser de amoníaco) respecto al número de las de bajos niveles (inversión de población). En estas condiciones, un fotón se amplifica en dos, que pueden producir cuatro más en cascada. Cada uno de éstos, puede generar otros dos. La producción en cascada es como una "reacción en cadena", produciéndose al final muchos fotones en sincronía mutua.

Encerrado el sistema en una cavidad resonante (formada por dos espejos altamente reflectores, por ejemplo), se consigue retroalimentar la reacción en cascada en una dirección específica. Siendo uno de los espejos parcialmente transparente, más allá de cierto umbral, surge una radiación de una frecuencia determinada y en una dirección muy definida. Es la luz láser.

En resumen, un láser es una fuente luminosa que emite por radiación estimulada preponderantemente gracias a un sistema de bombeo y a otro sistema, el de retroalimentación.

Aarón Pérez-Benítez

Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 sur y avenida San Claudio. Col. San Manuel. C. P. 72570, Puebla, Pue. MÉXICO. Correo-e: aronper@siu.buap.mx



Reflexiones de un divulgador de la ciencia

A mi padre, con cariño.

¡Mmmmm, mi página en blanco...! No tengo ninguna idea y debo escribir algo pronto pues me pidieron un artículo para una revista institucional de divulgación. Así que me dispongo a escribir sin saber qué decir. Pero, procurando no tener faltas de ortografía, porque odio ver **blogs** personales o comentarios a artículos en revistas electrónicas, que tienen errores ortográficos que me parecen ridículos. Como si a propósito alguien los escribiera así, cuando en realidad son personas que escriben igual que yo lo hago en este momento, por alguna necesidad; quizá por un oculto afán de trascender, de que alguien sepa que están ahí, viviendo atrás de una computadora personal conectada a la Internet. Diciendo obscenidades o tonterías a veces, escudados a la sombra de un seudónimo.

Entonces viene a mi mente la actitud de esos jóvenes que consideramos unos vándalos porque en sus rápidos paseos nocturnos "pintarrajean" las paredes, rayan los autos o destruyen los señalamientos viales. ¿Pero se dirá "pintarrajean"? La revisión ortográfica automática del procesador de textos me señala un error; así que introduzco la palabra en el motor de búsqueda que está de moda: Google (Google, 2011), el cual tiene una barra de herramientas en la que habilité el botón para dirigir la búsqueda al portal de la Real Academia Española (RAE; 2011), que muchos estudiantes parecen desconocer.

La palabra no está en el diccionario de la RAE; entonces hago una búsqueda en la web y apare-



cen 100 resultados de "pintarrajean" y el famoso mensaje de Google indicando: "Quizás quiso buscar: 'pintarrajean'". Doy **click** en esa sugerencia y me aparecen 11,800 resultados. ¡Por lo visto yo, al igual que esos cien, estaba mal; pero no sólo al escribirlo, sino también al hablarlo! Busco otra vez en el diccionario de la RAE y esta vez encuentra la definición de la palabra correcta. Eso me recuerda a dos personas: A una maestra que decía y escribía "ercétera" y a mi mismo hace años que decía "aguja" pero escribía "ahuja". Gajes del oficio de un escritor que afortunadamente tuvo una persona querida que lo corrigiera y que desde hace años tiene ya las herramientas en línea para corregir sus textos rápidamente:

¡Qué maravilla, no tener que usar el corrector ni el diccionario de bolsillo! ¡Qué grandes inventos del ser humano!

Entonces me viene a la mente la voz de mi padre diciéndome: "Cuando era niño vendía periódicos

cos y en mis andanzas pensaba en inventar muchas cosas, pero al mismo tiempo me preguntaba qué podía idear si ya todo estaba inventado. ¡Pobre de mí, pues en ese entonces ni siquiera conocía la televisión!". Mi querido padre, ahora ni se imagina las cosas que al ser humano le faltan por inventar, con su gran potencial para desarrollar el conocimiento sobre la naturaleza y para transformarla en cosas aplicables, incluso para su autodestrucción.

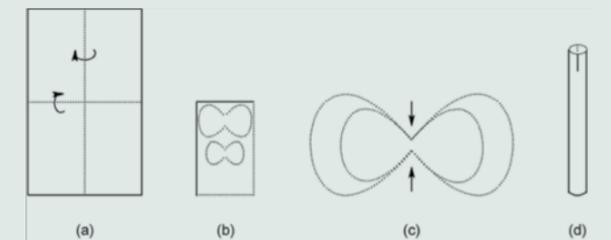
En nuestras múltiples conversaciones le comento sobre los grandes avances de la ciencia y la tecnología y veo sus ojos brillar. Él me habla de lo que sus contemporáneos le cuentan en sus pláticas de amigos y encuentro que le da el mismo crédito a cosas ciertas que a simples mitos y leyendas urbanas. Entonces lo invito a leer, pero sus lecturas por excelencia son religiosas y por regla general, los temas que ahí se abordan son muy limitados y sus fundamentos también. Casi siempre sus creencias se mezclan con la realidad y lo entiendo muy bien, pues la mayoría de nosotros que, criados en una familia religiosa, nos negamos a matar la fe en dios, por absurda que ésta a veces nos parezca porque la gran mayoría de las veces se contrapone al conocimiento científico.

¿Pero qué haríamos sin esas cosas intangibles que guían nuestras vidas ortodoxo-científicas?, ¿qué haríamos sin nuestros recónditos deseos de superarnos y triunfar?, ¿qué haríamos sin el ánimo, el entusiasmo, la voluntad, la perseverancia, el ahínco y todos aquellos sentimientos que nos mueven a ser mejores? Porque no basta con saber qué hacer, cómo hacerlo y el saber hacerlo; ¡No!, estoy seguro que es más importante **el querer hacerlo**, que todo lo demás se va aprendiendo conforme a la marcha.

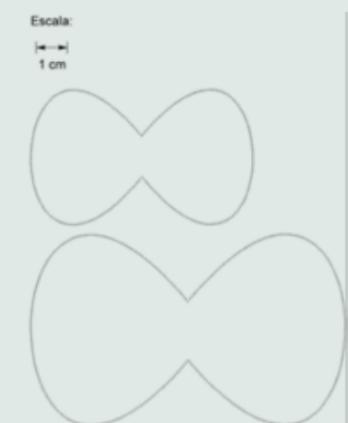
Por ejemplo, en mi vida como divulgador de la ciencia, que empezó conscientemente hace poco más de 20 años, yo quería simplemente enseñar las cosas que había aprendido, sin más retribución que la satisfacción de ver que a los niños y jóvenes a los que me dirigía les gustaban las cosas prácticas y curiosas que había aprendido de aquí y de allá..., o que había inventado: reacciones químicas con ingredientes tan comunes como una aspirina (Pérez-Benítez, 2008a), palíndromos (Gutiérrez, 1991), ilusiones ópticas, multiplicaciones con líneas (Pérez-Benítez, 2009), cubos a partir de cajas vacías de jugos (Pérez-Benítez, 2008b), la elaboración de poliedros con popotes (Pérez-Benítez, 2008c), hacer helicópteros de papel (Green, 2000), elaborar un tetraedro con un sobre de papel (Trigg, 1949), reciclar botellas de PET

o discos compactos haciendo adornos simétricos y muchas otras cosas más. Ahora mismo no resisto la tentación de mostrarte como hacer una sencilla flor con un popote o un limpiapipas y dos hojas de papel (una blanca y otra de color):

- 1) Dobra las hojas de papel en cuatro partes (Esquema 1a).
- 2) Sobre las hojas dobladas coloca los moldes y recorta (Esquema 1b).
- 3) Coloca cada uno de los moldes pequeños encima de cada uno de los moldes grandes y presiónalos con los dedos por la parte central para que queden como moños (Esquema 1c).
- 4) En uno de los extremos del popote, haz un corte de 1.5 cm (esquema 1d).
- 5) Coloca los moños uno junto al otro e insértalos en el corte que hiciste al popote. La flor terminada que se muestra en la figura 1 está hecha sólo con tres de estos pares de moldes y un limpiapipas que los sujetan por la parte central en lugar del popote.



Esquema 1 Procedimiento para elaborar una flor a partir de una hoja de papel y un popote.



Esquema 2 Moldes para hacer los pétalos de una flor.

¿Pero qué de científico puede tener el hacer una flor de papel? Posiblemente ninguno. O quizás sí; bien pensado se puede usar para enseñar simetría

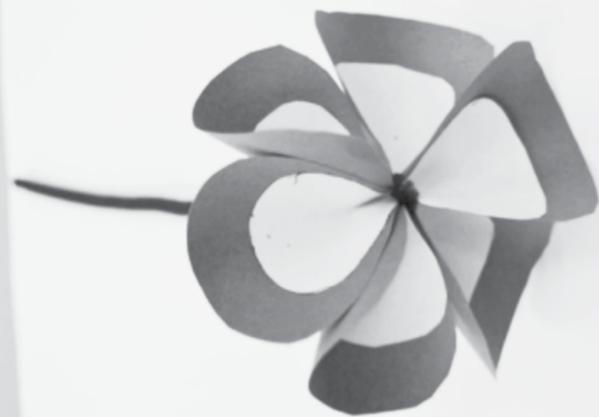


Figura 1 Flor terminada hecha con tres pares de moldes y un limpiapipas, (ligeramente modificada a partir de un diseño anónimo).

rotacional. Por ejemplo, la flor que se presenta en la figura 1 tiene un eje de rotación propia de orden seis (Eje senario: rotación de 60°) y con ella se pueden presentar objetivamente las operaciones de simetría del grupo puntual C_{6v} (Referencia). Sin embargo enseñar simetría no es mi objetivo, sino más bien plantear cuál es la estrategia que uso para dirigirme a mi auditorio en una plática, que a menudo convertido en un taller de divulgación científica. Primero atraigo la atención de quien me escucha presentándoles alguna curiosidad práctica o científica, algún experimento vistoso y sencillo como "la mano de King-kong" que consiste en inflar un globo con el CO_2 (dióxido de carbono) resultante de la reacción de tres cascarones de huevo (carbonato de calcio, $CaCO_3$) y sarricida (ácido clorhídrico, HCl, al 12 %). O les muestro los ornamentos simétricos que he hecho a partir de tubos de papel de baño o botellas desechables de PET o simplemente lanzo al aire la plantilla bidimensional de un octaedro que se despliega para caer sobre mi mano en forma tridimensional.

Una vez atraída la atención y rotas las barreras o la resistencia de las personas al cambio, les presento la parte teórica y luego ellos mismos hacen una parte práctica o experimental, hecho que refuerza lo aprendido.

Conclusión

No necesariamente busco que algún estudiante opte por una carrera científica gracias a las actividades que presento. En la divulgación científica, a la manera en la que algunos la hacemos, es suficiente con ver a niños felices conviviendo con sus padres aprendiendo y haciendo las cosas nuevas (y otras no tanto) que les enseñamos. ¡Divulgar el conocimiento debiera ser, una tarea de todos!

Agradecimiento

A Miguel Ángel Martínez Barradas por las fotografías que acompañan este manuscrito.

Referencias

Google (2011). Disponible en línea en: <<http://www.google.com.mx/>>. (Consultado el 17 de marzo de 2011).

Green, J. (2000). "The mad scientist handbook : how to make your own rock candy, antigravity machine, edible glass, rubber eggs, fake blood, green slime, and much, much more". New York: Berkley Pub., pp. 65-66.

Gutiérrez, R. y Pérez-Benítez, A. (1991). "1991 y la Simetría bilateral". *Educ. Quím.* **2**(3), 126-128. Disponible en: <http://educacionquimica.info/articulos.php?id_articulo=99>. Consultado el 17 de marzo de 2011.

Pérez-Benítez, A.; Méndez-Rojas, M. A.; Bernes, S. y González-Vergara, E. (2008a). "Hybrid (Electrochemical-Chemical) Single Crystal Synthesis of Copper Aspirinate Starting from an Aspirin Tablet: an Undergraduate Bioinorganic Experiment". *Chem. Educ. J.*, **11**:2 (Serial No. 21). Disponible en: <http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v11n2/PerezBenitez/Perez_BODY.html#Anchor1726768>. (Consultado el 17 de marzo de 2011).

Pérez-Benítez, A. y Arroyo-Carmona, R. E. (2008b). "¿Sabes qué es un hexaedro? La respuesta y un modelo plegable elaborado con materiales de desecho". *Saberes Compartidos.* **2**, pp. 50-54. Document available at: <http://www.puebla.gob.mx/docs/concytep/200149.pdf>

Pérez-Benítez, A.; Arroyo-Carmona, R. E. y González-Vergara, E. (2008c). "A simple system (named polifacil) for building three-dimensional models of polyhedra starting from drinking straws and raffia". *Chem. Educ. J.* **12**(1) Registration No. 12-1. Documento disponible en: <http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v12n1/Perez_Benitez8013/Perez8013.html>. Consultado el 17 de marzo de 2011.

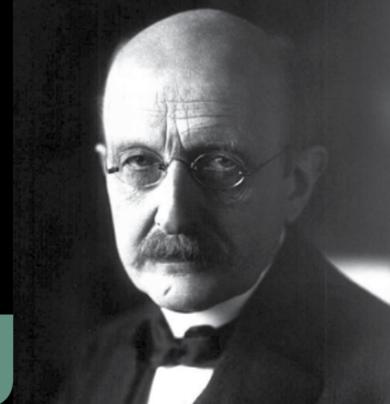
Pérez-Benítez, A. y Arroyo-Carmona, R. E. (2009). *Saberes Compartidos.* **3**(3), pp. 52-57.

Real Academia Española (2011). Disponible en línea en: <<http://buscon.rae.es/drae/html/cabecera.htm>>. Consultado el 17 de marzo de 2011.

8) Trigg, C. W. (1949). "Folding an Envelope into Tetrahedra". *The American Mathematical Monthly* **56**:6 (June-July), 410-412.

Efemérides Abril

Abril 23 de 1858: Nace el físico Max Planck, uno de los principales iniciadores de la física cuántica, y que recibió un Premio Nobel en 1918.



1 1974: Nace Rogelio Guedea escritor mexicano.

2 1787: Muere el mexicano Javier Clavijero, científico e historiador.

1890: Nace Juan de Dios Bátiz, fundador del IPN.

3 1854: Inauguración de la Escuela Nacional de Medicina.

4 1617: Muere el matemático John Napier, inventor de los logaritmos y defensor del sistema numérico decimal.

5 1827: Nace Joseph Lister, médico que renovó las técnicas asépticas.

6 1903: Nace Harold Edgerton, innovador en la fotografía de alta velocidad.

7 Día mundial de la salud.
1348: Se fundó la Universidad de Praga, la más antigua de Europa central.

8 2003: El INAH descubre restos del templo de Quetzalcóatl Ehécatl.

9 1899: Nació Lawrence P. Coombes, conocido por su labor de investigación en el campo de la aeronáutica.

10 1887: Nace Bernardo Houssay, Premio Nobel de medicina en 1947.

11 1875: Fallece Heinrich Schwabe, descubridor del ciclo de once años de las manchas solares.

12 1656: Nace Benoit de Maillet, por sus estudios geo-

lógicos y de historia natural, llegó a cuestionar la veracidad de la cronología bíblica.

13 1960: Se situó en órbita a la Tierra el primer satélite de navegación.

14 1629: Nace el astrónomo holandés Christian Huygens, conocido por su estudio pionero de los anillos de Saturno.

15 1968: Se presenta públicamente el primer televisor Trinitron.

16 1682: Nace el matemático y astrónomo John Hadley, quien realizó importantes aportaciones a la evolución del telescopio.

17 1964: Geraldine Mock se convirtió en la primera mujer que dio la vuelta al mundo pilotando en solitario un avión.

18 1955: Fallece Albert Einstein, que revolucionó la física con su Teoría de la Relatividad y otras aportaciones fundamentales.

19 1906: Fallece Pierre Curie atropellado por un carruaje. Él y su esposa Marie fueron pioneros en el estudio de materiales radiactivos.

20 1967: La sonda interplanetaria Surveyor 3 aterrizó en la Luna. Se descubrió que llevaba bacterias terrestres que soportaron la intemperie dos años. La *Streptococcus mitis* es el único organismo superviviente de un viaje espacial sin protección alguna.

21 1965: Fallece el físico Edward Víctor Appleton, hizo investigaciones sobre la alta atmósfera. Premio Nobel en 1947.

22 1976: Concluyeron las pruebas del dispositivo que más tarde se convirtió en el corazón del primer acelerador lineal superconductor de iones pesados del mundo.

23 1858: Nace el físico Max Planck, uno de los principales iniciadores de la física cuántica, y que recibió un Premio Nobel en 1918.

24 1990: Fue puesto en órbita terrestre el Hubble Space Telescope

25 1874: Nació Guglielmo Marconi, el inventor de la radio.

27 1835: Charles Darwin inició un viaje por tierra a lo largo de la costa de Perú.

28 1900: Nacimiento del astrónomo Jan Hendrik Oort, célebre por sus investigaciones sobre cometas.

29 1853: El cometa 1853G1 (Schweizer) pasó a menos de 13 millones de kilómetros de la Tierra.

30 Día del Niño
1897: Se anunció públicamente el descubrimiento del electrón.

Reactores nucleares

Qué son y para qué se utilizan

El pasado 11 de marzo un fuerte terremoto de 8.9 grados en la escala de Richter, seguido de un tsunami cuyas olas rebasaron los 10 metros, arrasó el norte de Japón, destacándose el daño ocurrido en instalaciones nucleares. A raíz de dicho incidente, se ha especulado mucho sobre los problemas que la radioactividad emitida ocasionará a los habitantes de Japón, así como la contaminación consecuente al medio ambiente, pero ¿realmente sabemos lo que es un reactor nuclear así como su funcionamiento? En este breve artículo nos hemos dado a la tarea de explicarlo.

En los reactores nucleares, el combustible nuclear es transformado a través de la fisión en energía nuclear de una manera controlada, provocando que en el interior del reactor aumente la temperatura.

En las centrales nucleares, la energía se produce mediante la fisión en un reactor. El calor que se libera en la reacción nuclear transforma el agua líquida en vapor que mueve las turbinas que, a su vez, accionan los generadores eléctricos, por último, dan electricidad a las grandes poblaciones.

El combustible se trata de un elemento pesado molecularmente, cuyo núcleo atómico puede ser desintegrado mediante la fisión. Este material está constituido por mezclas de uranio o de plutonio en forma sólida o líquida.

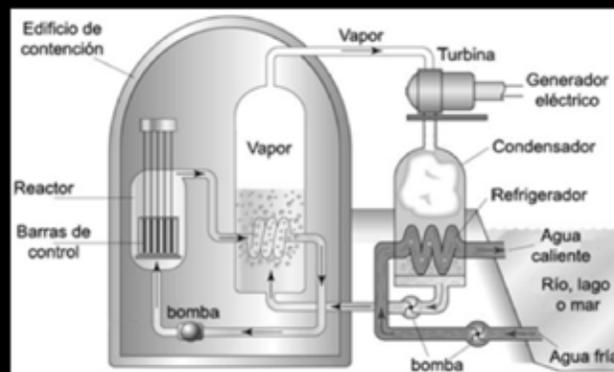
La producción de energía se mantiene constante gracias a la reacción en cadena producida por la perpetua liberación de neutrones, que al desprenderse de un núcleo atómico, colisionan con otro, provocando sucesivas fisiones nucleares.

Por eso existe una cantidad mínima de combustible para mantener la reacción en cadena, esta cantidad se denomina masa crítica. Cuanto más compacto sea el combustible, menos neutrones escapan sin fisionar, y por lo tanto, menor es la cantidad de combustible necesario para hacer funcionar una planta nuclear.

El reflector está constituido principalmente de grafito, en él rebotan los neutrones que escapan sin colisionar en otros núcleos. De esta forma, se garantiza una utilización más eficiente de los neutrones que escaparon, y que colisionan luego de rebotar en el reflector.

El sistema refrigerante elimina el calor que se forma en el reactor, sirve para evitar el recalentamiento, pueden estar constituidos por un gas, como el dióxido de carbono, por agua normal o especial, o metal fundido (como el sodio).

El sistema de control está compuesto principalmente por las barras o varillas de control, y las varillas de seguridad, fabricadas todas con materiales capaces de absorber neutrones, como el cadmio. Sirven para poner en marcha el funcionamiento del



Las partes principales de un reactor nuclear son el combustible, el reflector, el sistema refrigerante, el sistema de control, y la protección contra la radiación.

reactor, y controlar la reacción en cadena tal como se la busca. Si se sacaran las varillas, la reacción se aceleraría, pudiendo provocar una explosión atómica.

Finalmente, **la protección contra la radiación** se trata de una defensa biológica contra la radiación desprendida en la fisión nuclear. Se construye generalmente una gruesa pared de hormigón que rodea el reactor y evita, junto a otras medidas, que la radiación escape al exterior.

Como precaución de seguridad ante cualquier posible accidente, muchos de los grandes reactores están completamente aislados de la atmósfera mediante una estructura -una burbuja- que es impermeable a los gases.

La construcción de una planta nuclear, contrario a lo que muchas veces parece, es un proyecto que implica una extrema seguridad y varios planes de contención ante el peor de los escenarios posibles. Todos los humos que salen de las grandes chimeneas, y el aire que sale de los sistemas de ventilación de la planta nuclear son filtrados especialmente para evitar cualquier tipo de dispersión radioactiva. Si el nivel de radiación excede el nivel de seguridad, una alarma general se enciende automáticamente. De modo que el funcionamiento general de un reactor nuclear moderno es altamente seguro, aunque el destino de los residuos radioactivos es un tema mucho más controversial. **(MAMB)**