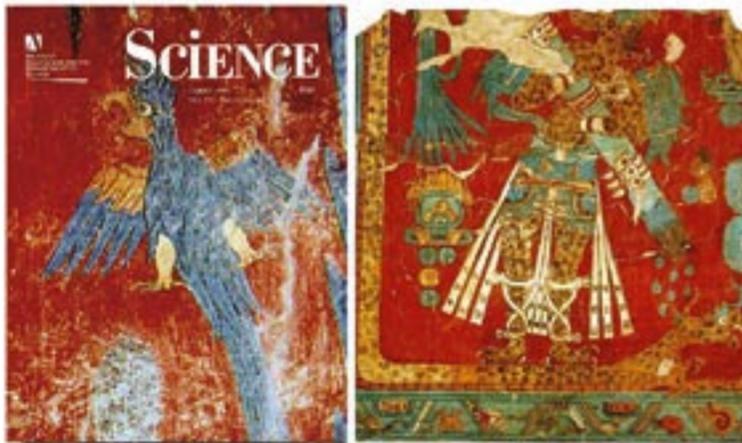


Todos los artículos publicados en esta sección de La Unión de Morelos han sido revisados y aprobados por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., cuyos integrantes son: Dr. Enrique Galindo Fentanes (Coordinador), Dr. Edmundo Calva, Dr. Hernán Larralde, Dr. Sergio Cuevas y Dr. Gabriel Iturriaga
 ¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: edacmor@ibt.unam.mx

Vestigios Prehispánicos de la Nanotecnología en México



Portada de la revista *SCIENCE* en referencia al pigmento "Azul Maya" donde se identificaron nanopartículas metálicas (izquierda) y otro ejemplo de los coloridos murales de Cacaxtla en la representación de un Guerrero Jaguar (derecha).

Jorge A. Ascencio
 Instituto de Ciencias Físicas,
 UNAM Campus Morelos.
 Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

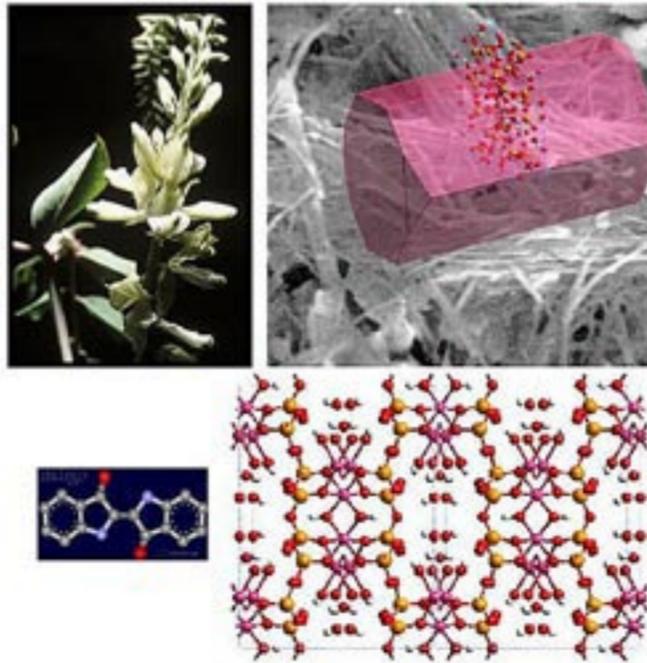
Hoy en día, se relaciona a la nanotecnología con perspectivas de aplicación en múltiples campos y comúnmente se llega a considerar que tales aplicaciones son lejanas a países como el nuestro. Sin embargo, es ilustrativo voltear la mirada al pasado, identificando los logros de nuestros antepasados al aplicar materiales nanoestructurados a aspectos sustantivos de su cultura. Recordemos que la nanotecnología refiere a la capacidad de emplear materiales y sistemas atómicos de dimensiones de una millonésima del milímetro (10^{-9} m ó 0.000000001 m) que, por su tamaño y propiedades adoptadas al contar con muy pocos átomos, presentan características muy interesantes que serán meritorias de posteriores escritos.

Al hablar sobre los antecedentes de la nanotecnología, la mayoría de la gente suele definir su inicio a partir de la plática que dictó el Dr. Richard Feynman (Premio Nobel de Física, 1965) en 1959, donde establece ideas aparentemente futuristas relativas a la capacidad de acceder a la escala nanométrica. Así, Feynman sugiere la posibilidad de desarrollar un mecanismo para grabar la información completa de la Enciclopedia Británica en la cabeza de un alfiler, lo cual sin duda alguna repercute en la iniciativa de muchos investigadores al preguntarse: ¿Cómo y qué tan factible es llevar a cabo esto? Hoy en día pareciera que este evento tan significativo abrió las perspectivas al desarrollo de la ciencia y la tecnología de los materia-

les nanoestructurados. Sin embargo, es necesario entender que mucho antes del desarrollo de la tecnología moderna, en múltiples regiones se realizaron grandes avances en la aplicación de materiales nanoestructurados. Cabe mencionar que en nuestro país, México, se tiene un antecedente importante en cuanto al uso de estos materiales, como lo demostró el Dr. Miguel José Yacamán y su grupo, en un artículo publicado en *Science*, una de las revistas científicas de mayor reconocimiento. En dicho artículo, se estableció que las nanopartículas metálicas permiten fijar un pigmento a una arcilla para poder generar un color tan impresionante como lo es el "Azul Maya".

Quien ha tenido la oportunidad de observar las pinturas prehispánicas en la zona de Centroamérica, en especial en la zona de influencia maya, recordará que se identifican múltiples colores en tonos azules, como se aprecia en la Figura 1, los cuales persisten a pesar del tiempo y las condiciones de intemperie. Los diferentes colores no son solamente hermosos sino característicos de la cultura maya y muy variados. Aquí, podemos identificar materiales arcillosos, es decir, materiales con estructura porosa que absorben continuamente agua y que también la liberan fácilmente. Estos materiales tienen canales entre sí, como se ve en uno de los recuadros de la Figura 2, donde se insertan las moléculas orgánicas que dan color a un objeto.

En particular, se ha identificado que la molécula orgánica que da color al azul maya es el índigo, derivado de la indigofera (*Indigofera schimperii*), que es una planta bastante común en la zona centroamericana. Después de un machacado, se extrae esta molécula y se



Planta de *Indigofera*, arcilla de paligorskita y los modelos de la molécula de índigo y de la paligorskita para entender la sección de canales para la inclusión del índigo en la formación del "azul maya".

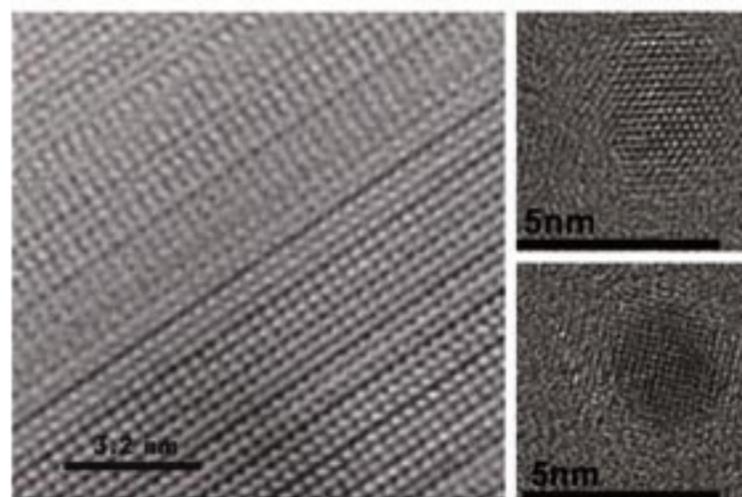
puede impregnar en algún material. El ejemplo más común de este procedimiento son los pantalones de mezclilla o jeans, los cuales tienen un color azul derivado de esta misma molécula. La pregunta sería entonces ¿por qué si los pantalones de mezclilla después de 3 ó 4 lavadas pierden en gran medida su color, otro material que utiliza el mismo pigmento puede durar hasta 500 años manteniendo sustancialmente su color original? Es decir, ambos están hechos del mismo pigmento molecular pero en el caso del azul maya, éste ha permanecido con gran intensidad a pesar de las condiciones de intemperie e incluso bajo el contacto con otros materiales, ya que gran parte de estas pinturas habían estado recubiertas con otras arcillas y materiales. La respuesta a esta interrogante es que existen partículas metálicas que sirven de "anclas". Estas nanopartículas metálicas permiten fijar al índigo en los canales de las arcillas, lo que provoca que aunque el agua entre y salga del material, las moléculas queden ancladas por medio de interacciones físicas y químicas con la matriz de arcilla. De hecho, las nanopartículas metálicas actúan como una trampa que atrapa a las moléculas e impide su desplazamiento.

Esta propiedad de las nanopartículas metálicas ha sido demostrada científicamente. Es claro que los mayas no sabían de la existencia de éstas nanopartículas, sin embargo las usaban de forma significativa, por lo que, de alguna manera, aplicaban la nanotecnología

De esta forma, las nanopartículas en conjunto con el índigo y la arcilla producían el azul maya. Los estudios relacionados en este campo son múltiples y las perspectivas de replicar pigmentos equivalentes abren opciones de aplicaciones cada vez más cercanas.

Hoy en día, se ha encontrado la explicación científica que subyace en el exitoso método artesanal empleado por los mayas. Este caso es interesante para establecer uno de los antecedentes más lejanos que se pueden reconocer de aplicaciones de lo que ahora denominamos nanotecnología. Existen algunos otros, como por ejemplo, el recubrimiento de cerámicas en la cultura moche o en culturas chinas y asiáticas, donde el recubrimiento de nanopartículas metálicas permitía la mejora de las propiedades tanto mecánicas como visuales. Es evidente que nuestros ancestros de la zona centroamericana tenían grandes capacidades, y hoy en día tenemos la responsabilidad de mantenerlas y ampliarlas. En esta perspectiva, la nanotecnología brinda la oportunidad de ir mucho más allá de la plática de Feynman, adentrándonos en el conocimiento de nuestros propios ancestros. Áreas como la física, la química, la arqueología, la ingeniería y la historia han encontrado un campo fértil para tratar de entender el desarrollo de materiales utilizados por nuestros antepasados.

Claramente, la nanotecnología es un esfuerzo multidisciplinario de gran alcance y riqueza. El campo novedoso de la nanobiotecnología, que permite atacar problemas tan complejos como los de la medicina y el medioambiente, es otro de los ejemplos fascinantes. Ya platicaremos de ellos próximamente.



Imágenes de ultra alta resolución mediante microscopios electrónicos de las columnas atómicas que conforman la paligorskita (izquierda) y nanopartículas metálicas como las inmersas en el azul maya (derecha).