

# 'La Borinqueña' más pequeña [1]

Enviado el 28 marzo 2012 - 8:35am

*Este artículo es reproducido por CienciaPR con permiso de la fuente original.*

## Calificación:



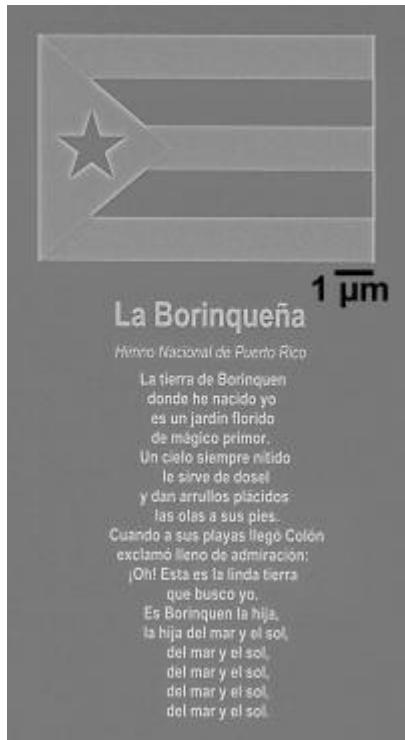
Este artículo es parte de una colaboración entre CienciaPR y  
**Contribución de CienciaPR:** generado por CienciaPR puede reproducirlo, siempre y cuan-  
organización.

[Yajaira Sierra Sastre](#) [2]

## Autor de CienciaPR:

El Nuevo Día

## Fuente Original:



## La Borinqueña

Himno Nacional de Puerto Rico

La tierra de Borinquen  
donde he nacido yo  
es un jardín florido  
de mágico primor.  
Un cielo siempre nítido  
le sirve de dosel  
y dan arrullos plácidos  
las olas a sus pies.  
Cuando a sus playas llegó Colón  
exclamó lleno de admiración:  
¡Oh! Esta es la linda tierra  
que busco yo.  
Es Borinquen la hija,  
la hija del mar y el sol,  
del mar y el sol.

Por Yajaira Sierra Sastre, Ph.D / Especial El Nuevo Día

### El Nuevo Día [3]

En el año 1959, el físico Richard Feynman presentó un reto a la comunidad científica en la conferencia anual de la Sociedad Americana de Física. En su famosa charla “Abajo hay espacio de sobra” (“There is plenty of room at the bottom”), este científico explicó que las leyes de la física no limitaban la posibilidad de manipular la materia átomo por átomo.

“¿Por qué no es posible escribir los 24 volúmenes de la Enciclopedia Británica en la cabeza de un alfiler?”, preguntó Feynman, a la vez que desafió la audiencia de científicos a desarrollar los instrumentos necesarios para hacer de este reto tecnológico una realidad.

Este reto lanzado por Feynman marcó el inicio en el avance de la nanotecnología, un campo multidisciplinario que combina diferentes ramas de la ciencia y la ingeniería para el estudio, la manipulación o el uso de materiales en la escala de nanómetros.

Seis años más tarde, Feynman ganó el premio Nobel de Física por sus trabajos en electrodinámica cuántica. Ese mismo año Gordon Moore, cofundador de la compañía Intel, predijo que el número de transistores dentro del microprocesador (el cerebro de la computadora) se duplicaría aproximadamente cada dos años. A esta predicción se le conoce como la Ley de Moore.

El transistor es un elemento clave en los aparatos electrónicos modernos y es considerado uno de los inventos tecnológicos más importantes en la historia de la humanidad. ¡En el 2011 un

microprocesador podía tener hasta tres mil millones de transistores!

La Ley de Moore se ha cumplido hasta el día de hoy debido a los avances en la nanotecnología de miniaturización. Es gracias a ésta que actualmente gozamos del uso de computadoras portátiles pequeñas, teléfonos celulares inteligentes, Internet, videojuegos y pantallas de alta definición.

### El “nanohimno”

Para ilustrar de manera simplificada uno de los procesos utilizados en la nanomanufactura de los circuitos integrados, científicos del Centro de Fabricación a la Nanoescala (CNF, por sus siglas en inglés) en la Universidad de Cornell se dieron a la tarea de escribir el himno La Borinqueña a escalas imperceptibles al ojo humano.

La industria electrónica utiliza un disco de silicio con una superficie perfectamente plana donde se ‘escriben’ o ‘dibujan’ los patrones de los componentes electrónicos que conforman el microprocesador. Para ‘escribir’ el himno nacional los científicos emplearon una técnica conocida como litografía de haz de electrones.

El rayo de electrones fue utilizado para escribir las letras de La Borinqueña sobre un disco de silicio recubierto con una capa delgada de moléculas. Esta técnica inicia una reacción de polimerización en la cual las moléculas se entrelazan formando una resina insoluble en agua. El proceso de ‘revelado’ de las letras se logra luego de remover aquellas moléculas vecinas no expuestas al haz de electrones.

La habilidad de esta técnica litográfica para enfocar el haz de electrones permite la creación de patrones con una resolución menor de 100 nanómetros. Por ejemplo, el punto de la letra ‘í’ en la palabra ‘Borinquen’ (versión nano) mide alrededor de 49 nanómetros de diámetro. En perspectiva, una hebra de cabello es aproximadamente de 100,000 nanómetros de ancho. Por consiguiente, 2,040 puntitos podrían colocarse en serie en el ancho de una hebra de pelo.

### Límite fundamental

Más allá de escribir letras que nuestros ojos no pueden leer a simple vista, es importante resaltar que el desarrollo de nuevos aparatos electrónicos –con mayor velocidad de procesamiento y capacidad de memoria– dependerá de avances continuos en los procesos de miniaturización.

Sin embargo, se espera que en algún momento la Ley de Moore dejará de cumplirse debido a un límite fundamental en el tamaño del transistor que pueda fabricarse con las técnicas existentes.

Es por ello que científicos en universidades y compañías en Puerto Rico y alrededor del mundo están apuntando esfuerzos hacia el desarrollo de la nanotecnología molecular, aquella que se centra en la nanofabricación de estructuras a partir de sus componentes atómicos y moleculares.

La manipulación de la materia a escalas atómicas no sólo beneficiará la industria de la informática y la electrónica, sino que también ofrecerá soluciones a muchos problemas en el campo de la salud, alimentos, ambiente, energía alternativa y la seguridad pública. ¡Subamos a Puerto Rico a la ola de innovación tecnológica!

(La autora es nanocientífica graduada de la Universidad de Cornell y miembro de Ciencia Puerto Rico - [www.cienciapr.org](http://www.cienciapr.org) [4]. Correo: [yaris Sierra@gmail.com](mailto:yaris Sierra@gmail.com) [5])

- Tags:**
- [ciencias de materiales](#) [6]
  - [Cornell](#) [7]
  - [Yajaira Sierra-Sastre](#) [8]

## Categorías de Contenido:

- [Ciencias físicas y químicas](#) [9]

---

**Source URL:**<https://www.cienciapr.org/es/external-news/la-borinquena-mas-pequena?language=en&page=3>

### Links

- [1] <https://www.cienciapr.org/es/external-news/la-borinquena-mas-pequena?language=en> [2]
- <https://www.cienciapr.org/es/user/yajaira?language=en> [3]
- <http://www.elnuevodia.com/laborinquenamaspequena-1222612.html> [4]
- <http://www.cienciapr.org> [5]
- <mailto:yaris Sierra@gmail.com> [6]
- <https://www.cienciapr.org/es/tags/ciencias-de-materiales?language=en> [7]
- <https://www.cienciapr.org/es/tags/cornell?language=en> [8]
- <https://www.cienciapr.org/es/tags/yajaira-sierra-sastre?language=en> [9]
- <https://www.cienciapr.org/es/categorias-de-contenido/chemistry-and-physical-sciences-0?language=en>