



Profesor Luis Rincón.
Foto: Sócrates Pérez.

¿Nanociencia o nanotecnología?

Reflexiones del nanomundo

Luis Rincón*

Con motivo de la celebración del Año Internacional de la Química en el 2011, se me ha invitado a escribir una pequeña nota para resaltar la importancia de esta celebración en el área de la nanociencia y nanotecnología. Voy a dedicar la mayor parte de este escrito a presentar una perspectiva general y personal del nanomundo, para terminar con algunos comentarios sobre el estado de la investigación en esta área en nuestro país.

Ambas palabras, nanociencia y nanotecnología, están relacionadas con el control, manipulación, aplicaciones y desarrollos tecnológicos de sistemas moleculares cuya dimensión característica es de un nanómetro (1nm), es decir, la mil millonésima parte de un metro, unas diez veces el tamaño de un átomo. Se tiende a pensar que la nanociencia estudia los principios básicos, algo así como las reglas generales, del nanomundo, mientras que la nanotecnología se dedica a las aplicaciones prácticas de estos principios, exactamente de la misma forma que separamos la ciencia de la ingeniería. Sin embargo, en este caso, el límite entre la nanociencia y la nanotecnología, si realmente existe, es bastante arbitrario y de utilidad puramente académica, ya que esta es un área donde ciencia y tecnología son inseparables, por

tanto, establecer una demarcación sólo contribuiría a crear más confusión. Por razones de costumbre, cuando escribo empleo la palabra nanociencia, pero perfectamente podría decir nanotecnología sin que el sentido se modifique significativamente.

Como consecuencia del gran impacto (en cierta forma mediático) que ha tenido la nanociencia y la nanotecnología, el prefijo “nano”, que viene del griego “enano”, está de moda y ha venido usándose con cierta ligereza, y ahora vemos en la literatura una cantidad de nuevas disciplinas como nanoquímica, nanomedicina, nanoingeniería, nanocatálisis, nanoética, etc. Además, han aparecido recientemente nanomateriales de todo tipo, nanodrogas, nanotubos, nanoalambres, nanocadenas, nanoemulsiones, nanogotas, nanorobots, etc. Incluso, la compañía Apple introdujo un iPod nano, que realmente mide unos pocos centímetros, un millón de nanómetros. ¿Es esto una moda? ¿Realmente tenemos que estar eufóricos por lo que nos ofrece la nanociencia y la nanotecnología? Eso sólo lo sabremos a la vuelta de unas décadas.

Un nanómetro es el tamaño característico que tiene una molécula un poco grande, por ejemplo

una proteína, el ADN, o un polímero. La mayoría de las moléculas tienen un tamaño de unos pocos angstroms, que es la décima parte de un nanómetro. Uno podría pensar ingenuamente que la bioquímica o la ciencia de los polímeros en el fondo son una forma de nanociencia, y de hecho muchos respetados colegas así lo consideran, después de todo en estas disciplinas se controlan y manipulan moléculas de algunos nanómetros de tamaño. Si lo anterior fuera correcto, la nanociencia se remontaría en realidad al siglo XIX, y no a los últimos 10 años del siglo pasado, como nos lo han vendido hasta el momento.

La verdad es que el estudio de sistemas moleculares de 1 nanómetro no implica necesariamente que uno contribuya a la nanociencia; por el contrario, cuando se hace nanociencia siempre se estudian sistemas cuya dimensión es de algunos nanómetros. La bioquímica o la ciencia de polímeros se convierten en nanociencias, cuando se emplean las técnicas e instrumentos propios que la nanociencia ha introducido en los últimos 20 (o 30) años como complemento de las técnicas más clásicas que tienen más de un siglo. Hay que entender en este punto que la separación entre la ciencia de las macro-moléculas clásicas y la nanociencia, más que arbitraria, es histórica. La nanociencia ha traído consigo nuevas técnicas de síntesis y caracterización molecular, con la consecuente generación de nuevos materiales con propiedades singulares que poco a poco están invadiendo, sin que lo sepamos, nuestra vida cotidiana.

Como mencioné anteriormente, la nanociencia es, sobre todo, un proceso histórico, una consecuencia de haber aprendido a manipular la escala atómica con el objeto de crear nuevos materiales “átomo por átomo”, para mejorar nuestra calidad de vida o por simple curiosidad. Aunque la nanociencia se manifiesta en la aparición de nuevas técnicas de síntesis, fabricación y caracterización, el objetivo final es encontrar nuevos materiales con propiedades singulares que puedan ser usados en medicina, para producir energía no contaminante, en la industria de los alimentos, en la industria de equipos electrónicos, como catalizadores, para obtener agua limpia, en la construcción, en la industria automotriz, en la industria de los cosméticos, en los viajes espaciales, etc. La lista es interminable, y esto es sólo el comienzo.

Muchos materiales se han identificado por azar, como es el caso de los fullerenos (C_{60} , C_{70}) y los nanotubos de carbono; otros, como el grafeno, se conocían desde hace mucho tiempo, sin embargo, no se había encontrado la forma de aislarlos; pero la gran mayoría son simplemente nuevos materiales contruidos con propósitos muy específicos.

La nanociencia está llena de historias, se le atribuye al Físico Richard Feynman, que en una conferencia legendaria en el año de 1959 intitulada “Al fondo hay espacio de sobra” (*“There is plenty room at the bottom”*), plantea la visualización de una revolución a escala atómica. En el principio de la conferencia Feynman vislumbró el futuro: “Me gustaría describir un campo en el cual muy poco se ha hecho hasta el momento, pero en el que, en principio, una gran cantidad de cosas pueden hacerse. Más aun, lo más importante es que podría tener un gran número de aplicaciones técnicas. De lo que quiero hablar es del problema de manipular y controlar objetos a escala muy pequeña”. A pesar de estas palabras, había

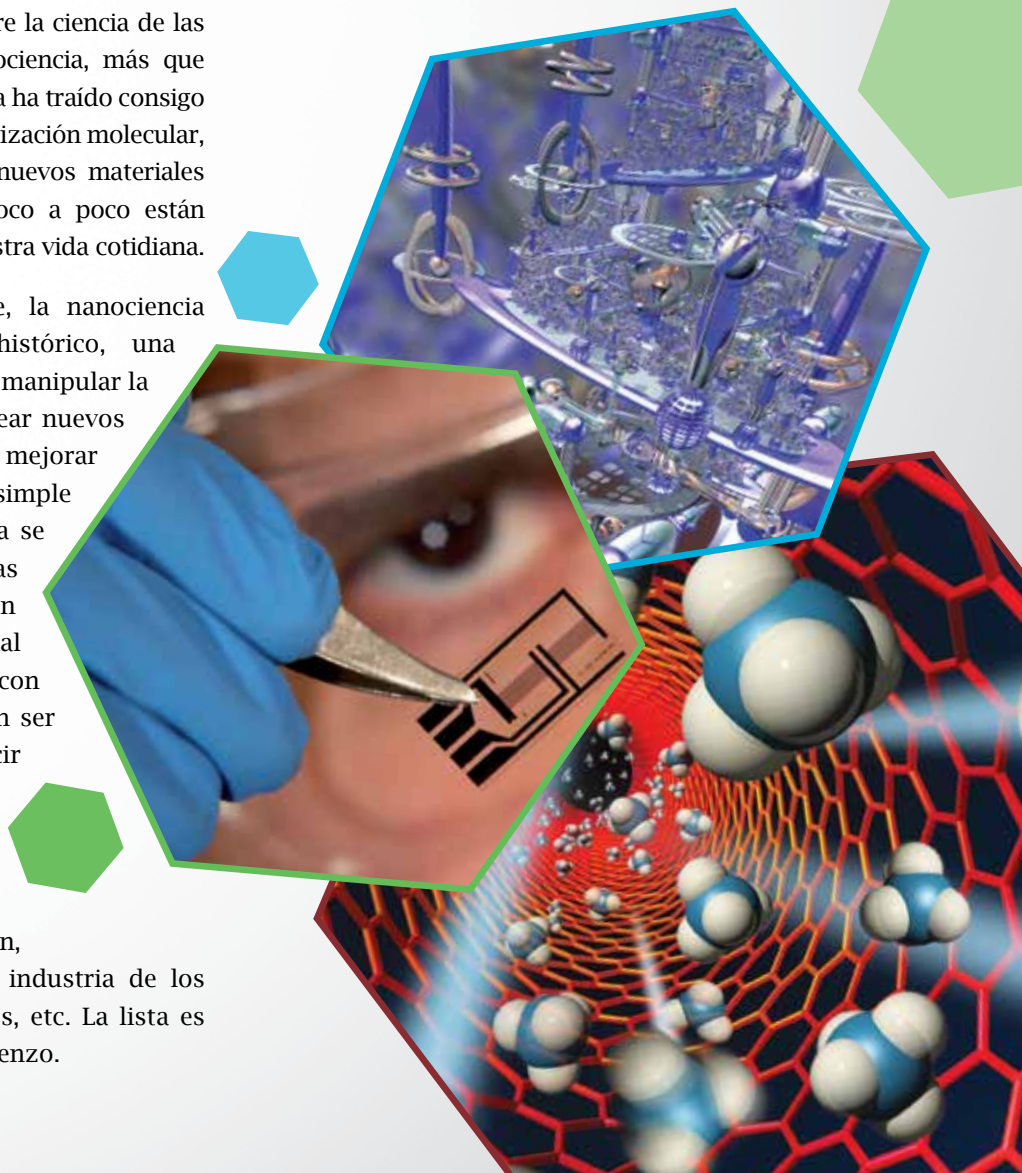




Foto: Sócrates Pérez.

que esperar unos 30 años para que esta profecía empezara a hacerse realidad. El primer gran paso (algo así como la llegada del hombre a la luna) se dio a principio de la década de los ochenta, cuando Gerd Binnig y Heinrich Rohrer construyeron el primer microscopio de barrido por efecto túnel (STM, por sus siglas en inglés) en los laboratorios de IBM en Zúrich. Este aparato permite visualizar los átomos en una superficie midiendo la corriente que pasa cuando una punta (usualmente de oro) explora la superficie. El STM los hizo acreedores del Premio Nobel de Física en 1986. Lo más espectacular de un STM es que no sólo se puede usar para visualizar átomos en una superficie, también para moverlos y modificar la superficie.

En ese mismo año, 1986, Gerd Binnig, Calvin Quate y Christoph Gerber crearon un instrumento mecano-óptico capaz de detectar fuerzas a nivel atómico que bautizaron con el nombre de microscopio de fuerza atómica (AFM). Tanto el STM como el AFM, supusieron saltos cualitativos en nuestra capacidad de ver y manipular el mundo atómico, por tanto, a finales de los ochenta ya estábamos preparados para una revolución científico-tecnológica en cuanto a materiales se refiere.

Si algo ha dado la nanociencia son nuevos materiales, mención especial debe hacerse de los materiales basados en carbono. Debido a su tamaño, estos materiales tienen propiedades que son significativamente diferentes de las que presentan las moléculas tradicionales o la materia condensada, pero además, estas propiedades se pueden ajustar

cambiando el tamaño y la forma. En 1985, Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley descubrieron, al hacer incidir un rayo láser sobre una superficie de grafito, que el carbono puede formar agregados estables de unos pocos átomos de carbono (pocos son 60 o 70 átomos) con una forma esférica; a estos agregados de carbono se les conoce como fullerenos y su descubrimiento les valió a los 3 investigadores el Premio Nobel de Química en 1996. Los fullerenos trajeron consigo otra forma de arreglo de los átomos de carbono, los nanotubos de carbono, descubiertos en 1991 por Sumio Iijima. Los nanotubos de carbono constituyen uno de los materiales que más aplicaciones prácticas tienen en este momento, entre otras, en la industria electrónica, en la fabricación de pantallas planas de televisión, como puntas de STM y AFM, como sensores, como materiales adsorbentes.

Con la aparición de los fullerenos y los nanotubos de carbono, se está empezando a pensar en una industria electrónica donde el carbono reemplace al silicio como el material del futuro en la fabricación de circuitos integrados.

La nanociencia y la nanotecnología son una apuesta al futuro, una promesa, la esperanza de un mundo mejor que está uniendo a físicos, químicos, biólogos, ingenieros y médicos en torno a algunos problemas comunes. En esta carrera ya están empezando a aparecer sus detractores, que consideran lo “nano” como algo perjudicial, especialmente en la industria de los alimentos. Lo que aún impide la entrada de los nanoalimentos es la duda de la industria de los alimentos, que teme una reacción negativa parecida a lo que sucediera con los alimentos transgénicos, además del miedo en algunos países a la manipulación de la naturaleza. Por el momento, la cuestión está abierta al respecto; tal vez los medios ofrecerán un cuadro equilibrado de los beneficios y los riesgos que la incorporación de los nanomateriales a la alimentación supone.

Venezuela ya cuenta con varios grupos que trabajan en nanociencia. Una búsqueda reciente en el Science Citation Index arrojó que, entre los años 2000-2009 los grupos de investigación venezolanos publicaron un total de 476 artículos en temas “nano”. La mayoría de estos artículos, 384 (88%), son colaboraciones con grupos del exterior, de este número 162 (24%) fueron publicados por investigadores del IVIC, 151 (22%) de la UCV, 132 (19%) de la USB y 116 (17%) de la ULA¹. Estos datos revelan que en nuestro país la

investigación en esta área es esencialmente académica y todavía no ha tenido un componente industrial importante, como si que está ocurriendo en otros países de la región como Brasil.

Existen varios esfuerzos por tratar de integrar a los investigadores venezolanos en las diferentes áreas de nanociencia, mención aparte es la Red Venezolana de Nanotecnología (RedVnano)² que actualmente agrupa más de 300 miembros de las diferentes universidades y centros tecnológicos del país. La RedVnano ha hecho importantes esfuerzos no sólo por fomentar la colaboración entre los diferentes laboratorios de nanotecnología del país, sino especialmente en la formación de estudiantes en las diferentes técnicas tanto teóricas como experimentales que abarca la nanociencia. Durante el año 2011, en el marco del Año Internacional de la Química, se llevó a cabo la escuela de nanociencia y nanotecnología (*e-nano 2011*) que contó con unos 50 conferencistas, tanto nacionales como internacionales, y se impartió simultáneamente en la ULA, UCV, IVIC, USB, UDO y la UNEXPO en un esfuerzo sin precedentes, no sólo por el tamaño y la duración (10 semanas), sino por lo que significó en cuanto a recursos monetarios y logísticos. Esta escuela constituye el esfuerzo más importante en formación de estudiantes en el área de nanociencias que hemos tenido en Venezuela, ya que involucró cursos sobre técnicas de síntesis, caracterización y modelaje computacional de nanomateriales, propiedades fisicoquímicas de sistemas nanoestructurados, nanopolímeros, sistemas coloidales, aplicaciones médicas, catálisis y aplicaciones en la industria petrolera, todos temas de gran relevancia en el ámbito académico e industrial en Venezuela.

Otro aspecto importante de la RedVnano, es tratar de acercar al sector académico con el sector industrial, lo que permitiría dar el salto cuantitativo que requiere la nanociencia en Venezuela. Solo me resta por decir, nuevamente, que estamos empezando, y es a la vuelta de unos años que podremos evaluar el impacto de la nanociencia y la nanotecnología en Venezuela y, en general, en el mundo.

¹ M.S. López Cadena, A. Hasmy y H. Vessuri. Nanoscience and nanotechnology in Venezuela. En: *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 13, No. 8, 2011. Res. 13, 3101-3106

² <http://www.redvnano.org/>

* Profesor, investigador del Grupo de Investigación sobre Procesos Dinámicos en Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. E-mail: lrincon@ula.ve.