

PERSPECTIVAS DE LA NANOEDUCACIÓN EN MEXICO

Por **Armando Barrañón**

Número 59

Antecedentes

El proceso de globalización que vivimos en los albores del siglo XXI nos conduce a la sincronización de los mercados mundiales, dentro de los cuales la educación se ofrece como un servicio que se intercambia de país a país, estableciéndose criterios para seleccionar las mejores instituciones educativas de cada uno de los países. El acceso a la educación no sólo es presencial, sino que se introduce la educación virtual, que permite acceder a la educación desde zonas remotas y proporciona una mayor movilidad a los educandos. En el caso de educación para la tecnología avanzada, los países que poseen el know-how en la forma de expertos líderes y laboratorios avanzados, han tomado la delantera en la capacitación de cuadros de expertos en las nuevas tecnologías. Mientras tanto, grandes regiones del mundo se han convertido en simples espectadores de este proceso, por carecer de expertos e instalaciones que les permita ofrecer una forma concreta de educación o capacitación en las nuevas tecnologías. La segregación que es te proceso genera puede dar lugar a grandes desventajas competitivas en grandes zonas del mundo (Barrañón, 2007a), que no pueden sumarse al proceso de globalización en el desarrollo y uso de las nuevas tecnologías (Barrañón, 2006). En el caso de la nanotecnología, los países que participan como actores en la educación para las nanociencias y nanotecnologías forman un grupo liderado por EUA, la Comunidad Europea y Japón, mientras que China, India y Brasil se han adherido al desarrollo de las nanociencias y nanotecnologías, con ventajas competitivas a nivel costos. Los países avanzados operan la educación y capacitación en las nanociencias y nanotecnologías con costos muy altos, que en algunos caso se disparan por los impuestos que deben pagarse cuando se forman cuadros extranjeros. Por esta razón uno de los candidatos a forman los nuevos trabajadores en las nanociencias y las nanotecnologías es la India, pues opera con precios más bajos y el idioma oficial de la India es el inglés. En este sentido, México podría tomar un lugar importante, por la infraestructura universitaria que está desarrollando en los últimos años y el bajo nivel de precios de sus colegiaturas en comparación con los EUA.

Problema

Una señal importante de la conciencia del gobierno mexicano por promover la educación internacional a nivel postgrado en las universidades y centros de investigación nacionales es el programa de becas internacionales que este año ofrece el gobierno mexicano a nivel mundial en sus embajadas. La meta a nivel mundial ya no es enviar estudiantes nacionales a formarse a las mejores universidades del mundo, sino que se buscar alcanzar un nivel de competitividad internacional en los centros de investigación y universidades nacionales que les permita atraer estudiantes de las mejores universidades del mundo. Son muy grandes los retos que surgen de este nuevo modelo, sobre todo cuando se toma en cuenta el proceso de improvisación en el que se contrataron los cuadros de profesores e investigadores mexicanos desde los setentas hasta 1985 (Gil, 2000). Hasta hace poco, no era difícil encontrar universidades en que la mitad de los profesores aún no se habían graduado de la maestría, escenario que el Programa de Mejoramiento de Profesores contribuyó a superar en el caso de varias universidades que capitalizaron un número importante de becas de postgrado otorgadas por el PROMEP (SEP, 2006). Otro programa encaminado a regularizar la participación de los estudiantes universitarios fue el PRONABES (Arvizu y Rubio, 2004) que ha otorgado becas a estudiantes universitarios para mejorar la calidad de

su desempeño académico. Sin embargo, a pesar de que la gran cantidad de profesores tienen edades promedio que superan los cuarenta años, las convocatorias para estudios posdoctorales operan en muchos casos con un límite de edad entre los 35 y 40 años, lo que limita el proceso de credencialización entre los profesores universitarios mexicanos. Un criterio que ha surgido recientemente es discriminar a los egresados de los doctorados mexicanos dependiendo de la pertenencia de los programas de postgrado al Patrón Nacional de Postgrado, siguiendo el criterio de "Mejorar lo Mejor", lo que puede inducir la consolidación de centros mexicanos de excelencia pero que también nos puede llevar a la concentración de recursos nacionales para la investigación y la educación avanzada en algunas ciudades y zonas económicas del país. Mientras que miles de jóvenes se forman dentro y fuera del país en nuevas tecnologías, no hay un aumento correspondiente de las plazas de investigación y docencia que permitiría la repatriación de los nuevos expertos, debido a que las universidades dedican un porcentaje muy alto al pago de nóminas por lo que es difícil que creen un gran número de plazas nuevas y a que los profesores universitarios aún no alcanzan la antigüedad para la jubilación. Las nuevas leyes de retiro laboral ampliaron el plazo para jubilarse, como una estrategia para disminuir el fondo necesario para pagar jubilaciones. Sin embargo, existen nuevos sistemas universitarios que se han formado recientemente con una cobertura estatal, como el de la Universidad de Guadalajara que acaba de contratar sesenta doctores en su Centro Universitario de los Lagos. O el sistema universitario del estado de Oaxaca que promete ser el mejor del país en los próximos años, según declaración pública del gobernador actual.

En el campo de la nanotecnología, el programa PROMEP tiene clasificados a más de cuarenta cuerpos académicos como dedicados a la nanotecnología. El tamaño promedio de estos cuerpos académicos está en el rango de 5, con una ley de potencia que disminuye la frecuencia conforme aumenta el tamaño del grupo. Esto quiere decir que la interacción social es la que prevalece como elemento cohesionante de estos grupos, que podrían unirse en redes de redes de investigación si el gobierno mexicano lanza una Iniciativa Nacional para la Nanotecnología dentro de los próximos meses. Dos misiones de la Unión Europea han detectado el desarrollo de la Nanotecnología en México, operadas por Technoevaluation de Ineke Malsch, quien desde el 2004 editó un libro azul sobre el desarrollo de la nanotecnología en México. Y en este año, la Unión Europea, a través de su oficina científica en México, UEMEXCYT, coordinó la misión para levantamiento de datos promovida por el Nanoforum EULA. En esta misión fue notable el desarrollo de la nanotecnología en la zona industrial de Saltillo, la investigación avanzada en nanociencias en la zona de León, Guanajuato y la investigación en nanotecnología que se desarrolló en el centro del país, con ponencias presentadas por investigadores de los centros de investigación y universidades más importantes de México.

Innovación

En este contexto, la UAM-Azcapotzalco presentó la convocatoria del curso inaugural del Seminario de Nanoeducación, coordinado por el Grupo de Física Educativa en las personas del Dr. Armando Barrañón, Dr. Alejandro Pérez Ricardez y el Físico Mauricio Bastián, como punta de lanza en la reforma educativa anexa a la instauración de la futura Iniciativa Nacional para la Nanotecnología (Tobias, 1992). Uno de los aspectos más importantes que nuestro Seminario ha detectado después de examinar el estado actual de la enseñanza de las ciencias básicas y las ingenierías, en relación a la eclosión de la Educación para las Nanociencias Nanotecnologías, es el papel importante que las mujeres tendrán en el desarrollo y enseñanza de estas nuevas tecnologías y ciencias (Laurila y Young, 2001). Esto se debe a la continuidad que existe entre los métodos de la Química tradicional y los métodos empleados por las nanociencias y nanotecnologías. Ya que en México los grupos de investigación en catálisis habían encontrado un auge debido al desarrollo

de la tecnología petrolera, en nuestro país contamos con cuadros especializados que han desarrollado la migración inmediata al campo de la nanotecnología. Al mismo tiempo, estos cuadros cuentan con una proporción importante de mujeres, que a su vez han educado varias generaciones de estudiantes femeninos (Barrañón, 2007b). Por esta razón el porcentaje de mujeres en las carreras del área química es alto y esto se refleja en la proporción de estudiantes de postgrado que se especializan en la nanotecnología, comparado con los bajos niveles de actividad femenina en otras carreras (Busto, 2004). Este mismo porcentaje alto de participación femenina se observó en el Panamerican Advanced Institute celebrado en Zacatecas en el 2007 (PASI, 2007), lo que confirmó una gran integración femenina en los estudios de nanotecnología a nivel postgrado en Latinoamérica (PASI, 2007). A nivel mundial existe una gran expectativa por la oportunidad que la nanotecnología ofrece en la inclusión de las mujeres a la fuerza laboral dedicada a la nanotecnología. Esto se refleja en la constitución del grupo Women in Nano que recibió fondos generosos de la Comunidad Europea para realizar una primera etapa de estudios estadísticos sobre la participación de las mujeres en las ciencias y las tecnologías. Un convocatoria para desarrollar dos millones de nuevos trabajadores sólo podrá ser satisfecha aprovechando todos los recursos humanos que existen por lo que debe estar dirigida especialmente a las mujeres. Ya existe una empresa de nanocosméticos, L'Oréal, que ofrece becas de excelencia para las mujeres y otros fondos de becas son exclusivos para mujeres, como el Kovalevskia, aunque apoyan a mujeres que se encuentran en el último tramo de su formación doctoral o posdoctoral.

Una de las temáticas que se abordaron durante el primer Seminario de Nanoeducación fue el aspecto de la regulación que debe establecerse en lo que se refiere a la toxicidad de los nanomateriales. Aún no existen protocolos diseñados para probar la toxicidad de un fármaco en seres humanos, aunque ya se han publicado propuestas de protocolos para este fin. En el caso de México, la UNAM y el IPICYT han realizado experimentos para evaluar la toxicidad debida a la exposición a materiales nanométricos con formas bien definidas. Y la Universidad de Rice mantiene un centro de investigación que desarrolla investigaciones sobre el impacto que los nanomateriales pueden tener en los medios acuáticos, como el drenaje, que se integran a las cadenas alimenticias. En este sentido, se considera importante también educar al público en los riesgos de la nanotecnología, para eliminar falsas impresiones que pudieran conducir a los consumidores a un escenario de pánico o animadversión hacia la nanotecnología, como ha ocurrido con las semillas transgénicas. Como toda nueva tecnología, su uso popular sólo puede darse en la medida en que se le sujete a fuertes regulaciones, las que necesitarán de la educación de expertos que puedan certificar el uso adecuado de los nanoproductos. Sin embargo, ya existen empresas mexicanas que emplean materiales nanométricos, como es el caso de la cervecera Modelo, que usa un aislante térmico nanométrico que disminuye el consumo de energía en un treinta por ciento. Esto quiere decir que este material está certificado para su empleo en la industria de alimentos, lo que implica que cumple uno de los más altos niveles de seguridad que pueden aplicarse. Como puede verse, la educación para la nanotecnología incluye también la educación informal, para alertar a los consumidores sobre los riesgos y conveniencias de usar nanomateriales. Esta educación informal será administrada por redes de museos estatales que coordinen casas de cultura en las distintas localidades, como ya ocurre en algunos estados del país. En este sentido, es importante la participación de los Museos de las Ciencias que administran las universidades mexicanas y la Educación infantil para la nanotecnología (Nanokids) que han administrado el IPICYT y el Laboratorio de Nanotecnología de la UAM-Iztapalapa, dirigido por el Dr. Nikola Batina. Otra estrategia para desarrollar la educación para las nanociencias y nanotecnologías es el desarrollo de programas dirigidos a profesores de enseñanza media, para que participen en experimentos desarrollados en laboratorios de nanotecnología y así

adquieran más elementos para educar a sus alumnos en estas nuevas ciencias y tecnologías. En estas experiencias participan también estudiantes de nivel licenciatura y postgrado, como ocurre en el programa de la Universidad Central de Florida que coordina el Dr. Aldrin Sweeney, editor en jefe de la revista *Journal of Nano Education*.

Retos

El hecho de que existan tres megaproyectos en elaboración y dictaminación (CONACYT, 2006), financiados por el CONACYT, nos permite prever que en el 2008 verdaderamente contaremos con una Iniciativa Nacional para la Nanotecnología, uno de cuyos componentes será el de la Educación para la Nanociencias y la Nanotecnología. Aquí el reto es promover un enfoque integral que tal vez no siga la división que actualmente manejamos dentro de las ingenierías, pues la nanotecnología se asume como una tecnología madre que engloba a las demás (ATOMTECH, 2003). De inicio la nanotecnología planteó el programa de construir la realidad desde el nivel nanométrico, es decir de arriba abajo (Bensaude-Vincent, 2004), lo que con los años ha sido substituido por un proyecto que toma en cuenta las propiedades que emergen de la interacción compleja de las partes y que impiden identificar a las propiedades de las partes con las propiedades de las partes con las del todo. Esto ya se conocía desde la filosofía medieval, que consideraba una falacia el pensar que se puede llegar siempre a las propiedades del todo conociendo en detalle las propiedades de las partes. Inicialmente se pensaba que fabricando los componentes nanométricos, habría forma de controlar completamente las propiedades del todo como producto, cosa que hoy en día se ha substituido por un enfoque integral en el que se tiene una gran conciencia del impacto devastador (Pérez, 2002) que puede tener una nueva tecnología en los sistemas naturales y sociales (Barrañón, 2007c). Los debates sobre este eje que va del control total hasta la incertidumbre, alcanzan el nivel filosófico, por lo que una de las áreas que se han sumado a la investigación sobre la nanotecnología es la de los aspectos éticos asociados con las nanotecnologías (Baird y Vogt, 2007). Estos aspectos éticos incluyen la responsabilidad social de las empresas que comercializan estos nuevos productos y que los manufacturan en países con distintos niveles de control ambiental y de riesgos para la salud (Hallberg, 2006). Como puede verse, la Educación para la Nanotecnología incuye estas temáticas que deben ser de dominio público para facilitar el desarrollo de políticas públicas que promuevan el desarrollo sustentable de la nanotecnología. Entonces, la educación para la nanotecnología exige la educación de los estudiantes con un enfoque integral que les permita en el futuro desarrollar productos que incluyen propiedades estudiadas actualmente por varias ramas de la ingeniería. Y este enfoque integral será reduccionista a menos que incluye una educación ambiental, para evitar el impacto demoledor que otras tecnologías han tenido en nuestro medio ambiente (Zucker y Darby, 2006). El cambio climático es uno de varios ejemplos, cuyo impacto aún no podemos predecir, pero que refleja la necesidad de tomar en cuenta los riesgos naturales y sociales de desarrollar una nueva tecnología.

No sabemos aún cómo se modificará la enseñanza de las ciencias y de la ingeniería, dentro de este esquema integral de enseñanza (Lakhtakia, 2006), en lo que se refiere a los contenidos de los cursos, la forma de enseñar estos contenidos, los sistemas de certificación que se desarrollarán para las nuevas carreras que formen a la nueva fuerza laboral en la nanotecnología (Roco, 2003). Y al mismo tiempo, cuáles serán las respuestas a estas mismas preguntas en el caso de la enseñanza informal de la nanotecnología, todos estos aspectos tendrán una interacción importante con la naturaleza de los sistemas educativos con que contamos y que pertenecen a una forma de enseñanza distinta, planteando nuevos problemas filosóficos (Paruelo, 2003). Este es precisamente el tema de investigación del Seminario de Nanoeducación que se inauguró en la UAM-Azcapotzalco y que busca innovar la enseñanza mexicana en el siglo XXI. Aún cuando el Seminario de Nanoeducación ha estado inicialmente dirigido a los niveles Medio Superior,

Superior y Postgrado, el reto es extender su alcance a todos los niveles, aunque esto sólo puede ser ministrado por el sistema nacional de enseñanza.

Conclusiones.

Podemos decir que se ha dado un primer paso en la instauración de este Seminario Internacional que agrupa a quince instituciones mexicanas de enseñanza media superior y superior, con presencia de redes de investigación como la red de Hidrógeno del IPN y al UEMEXCYT en la persona de su representante para nanotecnología mexicana, el Dr. Mauricio Terrones, la National Society of Hispanic Physicists, la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad y la Universidad de Sahmyook, Corea. Durante el seminario se elaboró una sesión póster virtual que involucró a quince instituciones educativas mexicanas, como punto de partida para realizar futuras colaboraciones en el área de la Nano Educación.

Bibliografía

ARVIZU, Ignacio E. y RUBIO, Julio (2004). PRONABES, creando oportunidades en la educación superior. México: Subsecretaría de Educación Superior.

ATOMTECH (2003). The Big Down: Technologies Converging at the Nano-scale. Winnipeg: ETC, p. 47.

BAIRD, Davis y T. VOGT, Tomogt, 2007. "Societal and Ethical Interactions with Nanotechnology ("SEIN") - An Introduction". Nanotechnology Law and Business Journal, núm. 1, 4, pp. 391 396.

<<http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0504/0504007.pdf>> [Consulta: nov. 2007].

BARRAÑÓN, Armando (2006). "Irreducibilidad, Sustentabilidad y mundos de vida en el desarrollo de los nanomercados". Proceedings of the III Congreso ONLINE-Observatorio para la CiberSociedad. Barcelona: Observatorio para la CiberSociedad <<http://www.cibersociedad.net/congres2006/gts/comunicacio.php?id=718>> [Consulta: nov. 2007].

BARRAÑÓN, Armando (2007a), "Auto-organización y segregación en la nanotecnología y nanociencias mexicanas", Memorias del Coloquio Latinoamericano "Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología.

BARRAÑÓN, Armando (2007b). "Estudio comparativo de la actividad femenina en la carrera de ingeniería física de la UAM-Azcapotzalco", Memorias de la XII Reunión Nacional de Física y Matemáticas, México, ESFM-IPN.

BARRAÑÓN, Armando (2007c). "La presunción de control en la Nanotecnología", Razón y Palabra, núm. 58.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette (2004). "Two Cultures of Nanotechnology?", HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry, núm. 10, 2, pp. 65-82.

BUSTO ROMERO, Olga (2004). "Reordenamientos genéricos de la matrícula en la educación superior. El caso de México". Otras Miradas, núm. 1, 4, <http://www.saber.ula.ve/cgiwin/be_alex.exe?Acceso=T016300001589/4> [Consulta: nov. 2007].

CONACYT (2006). Resultados de la Convocatoria para Presentación de Ideas para la realización de Megaproyectos de investigación científica o tecnológica 2006. México: CONACYT.

<<http://www.conacyt.mx/Fondos/Institucional/Megaproyectos/Resultados-Convocatoria-Megaproyectos-2006.pdf>> [Consulta: nov. 2007].

GIL ANTÓN, Manuel (2000): "Los académicos en los noventa: ¿ actores, sujetos, espectadores o rehenes?", Revista Electrónica de Investigación Educativa, núm. 35, 1, Ensenada, México, U. A. de Baja California

<<http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-gil.html>> [Consulta: nov. 2007].

HALLBERG, Karen (2006). "Propuestas para el desarrollo socialmente responsable de la Nanociencia y la Nanotecnología (NyN)". Memorias del Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE), pp. 82-83.

<<http://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/11181.html>> [Consulta: nov. 2007].

LAKHTAKIA, Akhlesh (2006). "Taking Nanotechnology to Schools". Current Science, núm. 1, 90, pp. 37-40.

<http://arxiv.org/PS_cache/physics/pdf/0505/0505007v2.pdf> [Consulta: nov. 2007].

LAURILA, Pia y YOUNG, Kerry (comps.) (2001). Gender in research. Bruselas: European Commission.

PARUELO, Jorge (2003). "Enseñanza de las ciencias y Filosofía", Enseñanza de las Ciencias, núm. 21, 2, pp. 329-335.

PASI (2007). Pan American Advanced Study Institute: Electronic States and Excitations on Nanostructures. Querétaro, México, CINVESTAV,

<<http://gro.cinvestav.mx/~pasi2007/>> [Consulta: nov. 2007].

PÉREZ, Carlota (2002): Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham: Edward Elgar.

ROCO, Mihail (2003). "Converging science and technology at the nanoscale: opportunities for education and training. Reversing the pyramid of learning could expedite the development of a US nanotechnology workforce," Nature Biotechnology, núm. 21, p. 10.

Secretaría de Educación Pública, (2006): Programa de Mejoramiento del Profesorado. Un primer análisis de su operación e impactos en el proceso de fortalecimiento académico de las universidades públicas. México: SEP.

<<http://ses4.sep.gob.mx/pe/promep/PROMEpanalisis1.pdf>> [Consulta: nov. 2007].

TOBIAS, Sheila (1992): "Science education reform: broadening the agenda". Mol. Biol. Cell., núm. 3,11, pp. 1195-1197.

ZUCKER, Lynne y DARBY, Michael (2006). "Socio-Economic Impact of Nanoscale Science: Initial Results and Nanobank". En: ROCO, Mihail y SIMS BAINBRIDGE,

William. Nanotechnology: Societal Implications--Individual Perspectives. National Science Foundation, pp. 7-23.

Armando Barrañón

Profesor del departamento de ciencias Básicas en la Universidad Autónoma Metropolitana