

RED TEMÁTICA “JOSÉ ROBERTO LEITE” DE DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA/NANODYF-CYTED*

Situación de la divulgación y la formación en nanociencia y nanotecnología en Iberoamerica

JOAQUÍN TUTOR SÁNCHEZ**

PEDRO SERENA**

RESUMEN: La nanotecnología no es una moda pasajera, es el paradigma que permitirá alcanzar altas cotas de desarrollo a los países capaces de incorporarlos en sus sistemas productivo y educativo. Sin embargo, ¿qué se está haciendo en el contexto de la «nanoeducación» y «nanodivulgación» en los países de Iberoamérica? ¿Cómo se están preparando nuestras sociedades ante este cambio de paradigma? ¿Tenemos estrategias bien definidas en cada uno de los países? ¿Qué podemos aprender unos de otros? En las páginas a continuación se presenta una instantánea de qué se ha hecho y qué se está haciendo en divulgación y formación en nanotecnología en Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Chile, España, México, Perú, Portugal y Venezuela, y se proponen algunas estrategias para promover estos importantes temas entre la sociedad. Estos informes nacionales se enmarcan entre los objetivos y tareas de la Red Temática “José Roberto Leite” de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF, perteneciente al Área 6 de Ciencia y Sociedad del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED, y son el resultado de las primeras acciones devenidas de la primera Reunión de Coordinación de la Red NANODYF, celebrada en Madrid, del 30 de marzo al 1 de abril del 2011.

PALABRAS CLAVE: nanociencia, nanotecnología, divulgación y formación en nanotecnología, impacto social, política científica.

ABSTRACT: Nanotechnology is not a temporary fashion, but the paradigm that will allow to reach high development levels to those countries which be able to incorporate nanotechnology into their productive and educational systems. However, what is being done in the context of “nanoeducation” and “nanodissemination” in Ibero-American countries? How do our societies face this paradigm shift? Do we have clear strategies in each country? What can we learn from each other? In the pages below it is presented a snapshot of what has been done and what is being done in dissemination and training in nanotechnology in Argentina, Brazil, Colombia, Cuba, Chile, Spain, Mexico, Peru, Portugal and Venezuela, and some strategies for promoting these important issues are presented. These national reports respond to the objectives and tasks of the Thematic Network “José Roberto Leite” of Dissemination and Training in Nanotechnology, NANODYF belonging to Area 6 of Science and Society at the Ibero-American Science and Technology for Development, CYTED and they are the result of the first actions becoming from the first Coordination Meeting of the Network NANODYF, held in Madrid, from march 30 to april 1, 2011.

KEY WORDS: nanoscience, nanotechnology, dissemination and education in nanotechnology, social impact, science and technology policy.

* Los artículos que se presentan a continuación son informes nacionales que muestran los quehaceres en divulgación y formación en nanotecnología de los países pertenecientes a la Red. El anexo de esta sección está incluido, a su vez, en este número, como Anexo-NANODYF-CYTED, pp. 138-165.

** Red de Divulgación y Formación en Nanotecnología –(NANODYF), CYTED.

PRÓLOGO

La nanociencia y la nanotecnología se han constituido en auténticos pilares de la investigación científicotecnológica del siglo XXI. Desde la década de los años noventa del siglo XX, los gobiernos de los países más avanzados han puesto en marcha costosos programas para mejorar infraestructuras y formar investigadores en estas temáticas. La inversión en nanotecnología ha crecido de manera exponencial desde hace algo más de una década y los resultados no se han hecho esperar en forma de miles de publicaciones, patentes y millares de productos que ya se pueden encontrar en comercios. Sin embargo, esta explosión de conocimiento no ha hecho nada más que empezar y nos encontramos en los albores de una verdadera revolución tecnológica, que permitirá avanzar en la dirección de construir una sociedad basada en el conocimiento. Esta “nanorrevolución” afectará diversos sectores clave: nuevos materiales, salud, alimentación, energía y medioambiente, y tecnologías de la información y telecomunicaciones. Estos aspectos son tratados en el libro *Nanotechnology: Societal implications*, de Mihail C. Roco (Elsevier, 2006).

La nanotecnología representa una oportunidad que los países no deben desaprovechar para mantenerse o incorporarse al club de las sociedades avanzadas, pues de lo contrario sus sociedades se alejarán cada vez más de aquellas que basan su bienestar en el desarrollo tecnológico. Sin embargo, como ocurre con cualquier avance científicotécnico, por inocuo que parezca a primera vista, la inserción de la nanociencia y la nanotecnología en nuestro sistema de producción, en los materiales y dispositivos que nos rodean, también presenta problemas relacionados con sus posibles riesgos para la salud o el medioambiente, y la gestión de dichos riesgos. Estos aspectos han dado lugar a nuevos campos de estudio como la nanotoxicología o la nanoética, y están impulsando la creación de nuevos estándares, normas y reglamentos, en los que la nanometrología juega un papel fundamental. Es evidente que todo este fuerte impacto tecnológico, de profundas repercusiones sociales, ne-

cita ser asimilado por una sociedad que esté capacitada para hacerlo. Los países más desarrollados se están adelantando a los acontecimientos mediante la planificación de tres tipos de actuaciones:

1. Divulgación generalista. Se trata de promover todas aquellas actividades de divulgación en las que los receptores son el público en general o segmentos concretos de la sociedad. El fin último de esta actuación es mejorar la cultura científica de los ciudadanos en relación con los temas propios de la nanotecnología.
2. Información y formación en educación primaria y secundaria. Aquí se engloban actividades dirigidas a sectores de la infancia y juventud, que con independencia de su futura vocación y realización profesional necesitan familiarizarse con el nuevo entorno científico, tecnológico y productivo.
3. Formación en la universidad. Se trata de diseñar y llevar a cabo actividades enfocadas hacia la formación de todos los profesionales que serán los verdaderos abanderados de la “nanorrevolución” y que desarrollarán su actividad tanto en el sector público como en el sector privado.

Sin duda alguna estas acciones se enfrentan a un reto gigantesco, pues prácticamente toda la sociedad es el objetivo de las mismas. Nos encontramos ante un gran espectro social (de edades, de formaciones de partida, de posibles actividades profesionales) y un gran abanico de medios de comunicación de todos estos novedosos contenidos (libros académicos y de divulgación, folletos, fichas, manuales y guías, programas de radio y televisión, exposiciones, conferencias y talleres, juegos y sistemas interactivos, y las infinitas posibilidades que proporciona internet). Por lo tanto, es muy importante saber coordinar el contenido que se desea transmitir, el destinatario del mismo, y el canal de comunicación para que la llegada de la nanotecnología a la sociedad sea fluida y efectiva. En todo este proceso, cobran especial relevancia tanto las técnicas más avanzadas de

divulgación como los procedimientos reglados de enseñanza-aprendizaje que tienen lugar en los colegios de instrucción primaria, institutos de educación secundaria y universidades. Por ello, creemos que el tema de la nanotecnología debe trascender a un proceso abierto, más general, de coexistencia de la nanodivulgación y la nanoeducación, que presente actividades en varios frentes: por un lado, a través del uso de los medios de comunicación, los museos de la ciencia, y otros sistemas de educación no formal y, por otro, a través de las asignaturas básicas de ciencias y tecnologías, así como de asignaturas especializadas en los estudios universitarios de pregrado y de posgrado.

Se pueden citar varios ejemplos sobre cómo cada país está avanzando mediante la puesta en marcha de actividades de nanoeducación (que en algunos casos son indiscernibles de las actividades de divulgación). En EEUU se ha creado el centro “US National Center for Learning and Teaching in Nanoscale Science and Engineering” (<http://www.nclt.us>); en Taiwán se hace énfasis en todos los aspectos relacionados con la formación integral de la nanotecnología a través del plan Nanotechnology Human Resource Development del Ministerio de Educación de Taiwán <http://www.nano.edu.tw/en_US/>; en Francia <http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expositions/nanotechnologies/> y en Alemania <<http://www.nanotruck.de>> se han llevado a cabo grandes exposiciones itinerantes. Incluso países emergentes como Irán están apostando por la divulgación y educación de la nanotecnología a través de exposiciones, jornadas, materiales educativos, programas universitarios específicos, etc. <<http://en.nano.ir/>>.

No hace falta insistir más, la nanotecnología no es una moda pasajera, es el paradigma que permitirá altas cotas de desarrollo a los países capaces de incorporarlo en sus sistemas productivo y educativo. Sin embargo ¿qué se está haciendo en el contexto de la nanoeducación y nanodivulgación en los países de Iberoamérica?, ¿cómo se están preparando nuestras sociedades ante este cambio de paradigma?, ¿tenemos estrategias bien definidas en cada uno de los países?, ¿qué podemos aprender unos de otros?



El pasado año 2010, en la Asamblea General del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), fue aprobada la Red temática “José Roberto Leite” de Divulgación y Formación en Nanotecnología (NANODYF), perteneciente al Área Temática 6 de Ciencia y Sociedad. Esta red, que en la actualidad cuenta con 14 grupos de 10 países iberoamericanos (España, Portugal, México, Cuba, Venezuela, Colombia, Perú, Brasil, Argentina y Chile), surge como un intento de responder a las preguntas que se han planteado al final de párrafo anterior. Pero no sólo eso, los objetivos generales de la Red NANODYF en la región iberoamericana son bastante ambiciosos:

- Considerar la aportación del conocimiento e investigación científica en nanotecnología a la gran masa de receptores de sus avances a través de una nanoeducación de dimensión pública.
- Analizar la interacción del conocimiento científico en nanotecnología con otros saberes y formas de conocimiento, maximizando los valores y capacidades de ésta para transformar el mundo mediante un diálogo productivo y positivo con otras formas de racionalidad y producción de conocimiento.
- Crear un marco cooperativo de trabajo que permita que en el futuro puedan surgir nuevas actividades a manera de acciones de coordinación de proyectos, nuevas redes temáticas en temas de interés para la región, o cualesquiera otras actividades relacionadas con la I+D+i una vez alcanzada y desarrollada una nanoeducación de dimensión pública.

Los grupos que se han embarcado en este ambicioso proyecto están liderados por los siguientes investigadores:

Jefe de grupo	Centro / Universidad	País
Joaquín Tutor (Coordinador de la Red)	ETSI-ICAI, Universidad Pontificia Comillas	España
Roberto Salvarezza	Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas	Argentina
Alexys Bruno Alfonso	Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista	Brasil
Ernesto Zumelzu Delgado	Universidad Austral de Chile	Chile
Antonio Zarate Aliaga	Universidad Católica del Norte	Chile
Carlos Alberto Duque Echeverri	Universidad de Antioquia	Colombia
Ángela Camacho Beltrán	Universidad de los Andes	Colombia
Carlos de Jesús Rodríguez Castellanos	Universidad de La Habana	Cuba
Pedro Amalio Serena Domingo	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España
Noboru Takeuchi	Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México	México
Miguel Eduardo Mora Ramoa	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Justo Rojas Tapia	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Perú
Maria de Jesus de Matos Gomes	Escola de Ciências, Universidade do Minho	Portugal
Anwar Hasmy	Red Venezolana de Nanotecnología	Venezuela

El reto es formidable pues, por experiencias conocidas, dentro de la comunidad iberoamericana existe la necesidad imperiosa de cubrir una demanda social y una carencia cognoscitiva en el ámbito de la nanotecnología. En concreto, la disponibilidad de sistemas bien estructurados de divulgación de los avances tecnológicos a escala nanométrica y su presencia en casi todos los sectores productivos y de servicios, así como de vías académicas de formación desde los primeros años escolares hasta el nivel universitario permitirá disponer de una ciudadanía que podrá convivir con productos y bienes de consumo basados en nanotecnología y despertar un espíritu crítico ante los mismos, podrá interpretar resultados tecnológicos de punta que aparecen continuamente en medios de comunicación, y permitirá mejorar las capacidades de científicos, ingenieros y técnicos del presente y del futuro. En este sentido, las actividades que se propone realizar la red NANODYF permitirán, además, impulsar la actividad de divulgación científica y didáctica de los grupos participantes, en su mayoría de

docentes e investigadores, de manera que exista una transferencia de los conocimientos de los resultados científicos y tecnológicos a las grandes masas, reduciéndose la distancia entre el mundo de la ciencia y la tecnología y sus receptores sociales. Además, los grupos participantes en NANODYF utilizarán sus conexiones académicas en sus respectivos países para ir creando un tejido que permita realizar actividades más ambiciosas y de mayor alcance en cada uno de los países y a escala regional.

Debido a las características de los resultados que se esperan alcanzar por la Red NANODYF el interés que puede suscitar al sector educacional es alto, visto como el vínculo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De tal modo, los resultados alcanzados por la red se dirigen básicamente a los sectores públicos y privados que tienen como objetivo la divulgación de la ciencia y la tecnología y la formación de cuadros profesionales capaces de enfrentar los retos de la nanociencia y la nanotecnología. En esta dirección y dado el elevado carácter educacional, en sentido am-

IMAGEN 1. I Reunión de Coordinación de la Red NANODYF, Madrid, España, 30 de marzo al 1 de abril del 2011.



IMAGEN 2. I Reunión de Coordinación de la Red NANODYF, Madrid, España, 30 de marzo al 1 de abril del 2011.



plio, de las acciones de NANODYF, las posibilidades de formar profesores en centros locales de los grupos participantes, así como de contribuir a la preparación de los medios masivos de difusión para la adecuada divulgación popular de la nanotecnología son elevadas. Cabe destacar que los grupos con mayor experiencia en actividades divulgativas y formativas en el campo del contenido de la Red deberán hacer un mayor esfuerzo para formar el personal necesario en aquellos grupos de menor desarrollo. Por ello, a lo largo del periodo de actividades de la Red se realizarán estancias de capacitación de los grupos de menor desarrollo en los grupos con más experiencia. Así como de especialistas de los grupos con mayor desarrollo y experiencia en los grupos de menor experiencia.

Además, esta capacitación de docentes podrá tener lugar en el marco de talleres organizados por la Red mediante la celebración de cursillos específicos y la edición de materiales didácticos adaptados a la realidad social de cada país.

Como consecuencia de todo lo anterior, y como resultado de la I Reunión de Coordinación de la Red NANODYF, celebrada entre los días 30 de marzo y 1 de abril del 2011, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI-ICAI) de la Universidad Pontificia Comillas en Madrid, España, se presentan en esta edición especial de la *Revista Mundo Nano* los informes elaborados por los grupos miembros de la Red, a manera de una

primera aproximación, sobre la situación actual de la divulgación y la formación en nanotecnología. Junto con estos informes de cada país se han incluido en el Anexo (pp. 138-165, de esta misma revista) varias tablas que proporcionan información sobre la actividad que se ha llevado a cabo en los países representados en la Red NANODYF. En ellas se recogen un buen número de libros y publicaciones sobre nanotecnología, exposiciones, o programas de televisión, así como una visión preliminar de las titulaciones ofertadas por las universidades iberoamericanas en el ámbito de la nanotecnología.

Ésta es la primera vez que se tiene una visión de conjunto de las actividades que se llevan a cabo, en al menos 10 países de Iberoamérica, destinadas a insertar la nanotecnología como un elemento más de la cultura científica y de la formación académica de los ciudadanos. Aunque el número de actividades realizadas no son comparables al que podemos encontrar en otras regiones del mundo, es evidente que tienen cierta presencia y son un buen punto de partida para iniciar una tarea de “divulgación de las actividades de enseñanza y divulgación en nanotecnología”. Conocer lo realizado y por realizar en cada uno de nuestros países es fundamental para iniciar tareas de coordinación que permitan intercambiar conocimientos, optimizar los recursos existentes, y plantear proyectos más ambiciosos. Un buen número de estos recursos saldrán

a la luz gracias a una página web (<<http://www.nanodyf.org>>, actualmente en construcción) que verá la luz, en su versión definitiva, en el momento en que esté informe sea publicado. Esta incursión de la Red en internet es imprescindible para llegar a todos y cada uno de los rincones de los ciudadanos de nuestros países, cada vez más interconectados mediante redes sociales.

Esperamos que toda la información que se presenta a continuación permita dar lugar a un

momento de reflexión por parte de directivos de los organismos nacionales de ciencia y tecnología de los países iberoamericanos, directivos de centros docentes y de investigación, decisores del área empresarial y simples lectores, sobre la situación de la divulgación y la formación en nanotecnología: su actualidad y perspectivas.

Madrid, a 20 de julio de 2011