

FORMACIÓN EN NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA: UN RETO EN IBEROAMERICA

NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY TRAINING: AN IBEROAMERICAN CHALLENGE

Joaquín D. Tutor-Sánchez

Coordinador de la Red NANODYF – CYTED, Departamento de Ingeniería Mecánica
ETSI-ICAI Universidad Pontificia Comillas. Madrid, España

(Recibido: Julio/2013. Aceptado: Noviembre/2013)

Resumen

En el presente artículo se exponen algunas ideas y reflexiones sobre la formación en Nanotecnología en sentido general, así como algunos ejemplos de iniciativas desarrolladas por algunos países. Un análisis particularizado se realiza respecto a la situación de la formación en Nanotecnología en algunos países de la Región Iberoamericana; en este análisis se presentan los logros y las dificultades actuales, las iniciativas que se llevan a cabo y que puntos débiles deben ser considerados y mejorados.

Palabras clave: Nanociencia, Nanotecnología, Formación

Abstract

This paper presents some thoughts and reflections regarding training in nanotechnology in general, as well as a few examples of initiatives undertaken by some countries. A specific analysis is done about the situation of training in Nanotechnology in some countries in the Iberoamerican Region; in this analysis the successes and current difficulties are presented, as well as initiatives that are conducted and weak points must be considered and improved.

Keywords: Nanoscience, Nanotechnology, Training

Introducción

En artículos anteriores [1,2] se mencionó que en la actualidad es de conocimiento generalizado que el fomento de la asimilación de contenidos de la Nanociencia y la Nanotecnología involucra actuaciones en el ámbito de la divulgación, y de la formación reglada, también denominada educación formal, en escuelas y universidades. Y estos procesos de divulgación y educación formal en Nanociencia y en Nanotecnología (Nanotecnología en sentido amplio) han sido fundamentados debido a diferentes tipos de razones [2]: Razones Científicas y Tecnológicas; Razones Comerciales y Empresariales; y Razones Sociales

La divulgación de la Nanotecnología, representa un conjunto de actividades que interpretan y harían accesible el conocimiento científico y tecnológico de estas ramas del saber al público general [2]. O sea todas aquellas labores que llevan el conocimiento científico y tecnológico a las personas interesadas en entender o informarse de ese tipo de conocimiento. La divulgación pone su interés no sólo en los descubrimientos científicos del momento, sino también en teorías más o menos bien establecidas o aceptadas socialmente e incluso en campos del conocimiento científico en general, y de la Nanotecnología en particular [2-4].

Sin embargo, otro aspecto es la formación en Nanotecnología. Se sabe que una buena formación científica es importante para todos, y no solo para los que vayan a seguir una profesión tecnológica o científica. La ciencia y la tecnología están en todas partes y descubrir de qué modo interviene en nuestra vida diaria puede proporcionar una base excelente para el posterior desarrollo exitoso en la vida. La creencia de que la ciencia y la tecnología sólo son necesarias para los científicos e ingenieros es errónea en el mundo actual basado en las tecnologías avanzadas [5]. En la actualidad, a nivel no universitario, una adecuada formación en Nanotecnología es fundamental para todos los alumnos, cualquiera sea su condición sociocultural, aptitud, interés, capacidad y proyección pre-profesional futura u orientación vocacional. Y con más razón aun se justifica la necesidad de una sólida formación, diferenciada, en Nanociencia y Nanotecnología a niveles universitarios de grado y postgrado.

Sobre este tema de la educación formal en Nanotecnología, o “nanoformación”, se dedica el presente artículo.

Formación en Nanotecnología

Es pertinente consensuar los términos en que se referirá, en el contexto del presente artículo, el término formación. Se entenderá por formación a la formación reglada que se desarrolla en ámbitos educacionales de enseñanza media y/o universitaria. En términos ampliamente conocidos, se está refiriendo a la educación reglada que puede definirse como *“el proceso de educación integral correlacionado que abarca desde la educación primaria hasta la educación secundaria y la educación superior, y que conlleva una intención deliberada y sistemática que se concretiza en un currículo oficial, aplicado con definidos calendario y horario”* [6]. De acuerdo con estas definiciones se entiende entonces a la divulgación como un proceso de educación no formal [7].

En este sentido la formación, como educación formal, puede ser clasificada en:

- Formación infantil
- Formación Primaria
- Formación Secundaria (Media), (enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato)
- Formación Superior (de grado y de postgrado)

En formación primaria se han desarrollado algunas iniciativas de nanoformación que, aun cuando se realizan en horarios escolares, están más cercanas a acciones de educación no formal o divulgación científica, que a acciones típicas de formación [ver fig.1(a)]

Sin embargo a nivel de formación secundaria la experiencia e iniciativas se han ido extendiendo cada vez más. Se pueden citar ejemplos sobre cómo diferentes países están avanzando mediante la puesta en marcha de actividades de formación en nanotecnología. En USA se ha creado el centro "US National Center for Learning and Teaching in Nanoscale Science and Engineering" (<http://www.nclt.us>) [ver fig. 1(b)]; 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 Europa la iniciativa "NANOYOU, School's Community" (www.nanoyou.eu).

Estas iniciativas incluyen, entre otras acciones formativas, la introducción de conocimientos básicos sobre Nanotecnología a través de asignaturas



FIGURA 1. (a) Actividades escolares de nanoformación en escuelas primarias en USA. www.nano.gov. (b) Clase de Nanotecnología en Ballston Spa High School en Ballston-Spa, N.Y. (www.edweek.org/dd/articles/2009/06/17/04nanotech.h02.html). Imágenes libres de Internet.

tales como Física, Química, Biología, Tecnología y alguna otra en los niveles de enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato (o niveles equivalentes de acuerdo a los países donde se realizan estas iniciativas).

La coexistencia de la divulgación y la formación, dirigidas ambas a todos los sectores de la sociedad, permitirá la creación de una cultura social alrededor de la Nanotecnología que podrá ser utilizada por familiares de jóvenes alumnos de enseñanza pre-universitaria, así como por profesores y maestros de las escuelas donde ellos estudian, para la realización una adecuada orientación vocacional profesional con el objetivo de elegir carreras universitarias en ciencias e ingenierías. Si en adición, esta orientación vocacional, respaldada por una nanocultura, se dirige con más fortaleza hacia la realización de diseños o el desarrollo de soluciones tecnológicas capaces de dar respuesta a las necesidades sociales, industriales o económicas del presente, estaremos contribuyendo con más eficiencia a la orientación vocacional de los jóvenes a las carreras de Ciencias e Ingenierías del Siglo XXI [8].

Ya a nivel de estudios universitarios de grados y post grados, la situación es diferente. Como se explica en [9], las iniciativas de introducción de conocimientos básicos y avanzados en grados de carreras de Ciencias e Ingenierías en Universidades, así como los programas de Maestrías (Master) y Doctorados donde se desarrolla una especialización en Nanociencia y en Nanotecnología, son abundantes y exitosas en una gran cantidad de países de América, Europa, Asia y Oceanía. A manera de ejemplo de sitios web sobre estos aspectos formativos e informativos se

encuentra el sitio “NanoProfessor” (www.nanoprofessor.net) y “NanoEIS: Nanotechnology Education for Industry and Society” (www.nanoeis.eu)

Y en este punto, ya viene siendo hora de que se refiera la situación de la formación en Nanotecnología en la Región Iberoamericana.

Formación en Nanotecnología en Iberoamérica

Los resultados y comentarios que a continuación se presentan son el fruto del trabajo de la Red “José Roberto Leite” de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF (www.nanodyf.org), perteneciente al Área 6 de Ciencia y Sociedad del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología, CYTED (www.cytcd.org). Los resultados esperados de esta red entre los años 2011 y 2014 son los siguientes:

- Establecer el diagnóstico de la situación actual en los países participantes en la Red acerca de la divulgación y la formación a distintos niveles en Nanotecnología.
- El diseño de estrategia de divulgación de la Nanotecnología para los países participantes en la Red que pueda extenderse a otros países de la región iberoamericana respondiendo a los respectivos niveles de desarrollo socio-económico y científico-técnico.
- El desarrollo de materiales y puntos de encuentro (página web) para los divulgadores de la Nanotecnología.
- El diseño de una estrategia de formación en Nanotecnología para los países participantes en la Red, extensible a otros países de la región iberoamericana, respondiendo a los niveles particulares de desarrollo socio-económico y científico-técnico, y que esté dirigida básicamente a los sectores públicos y privados que tienen como objetivo la formación, desde etapas incipientes, de cuadros profesionales

Entre los años 2011 y 2013, la Red NANODYF ha elaborado varios informes diagnósticos sobre la situación iberoamericana en divulgación y formación en Nanotecnología [10-12], que ha hecho llegar a todos los 21 Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de los países miembros de la región. La información incluida en dichos informes puede no estar completa en su totalidad, pero refleja un estado del arte en cuanto a la divulgación y la formación en Nanotecnología en 11 países iberoamericanos (España, Portugal, Cuba, México, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Perú, Brasil, Argentina y Chile) que en buena medida representan el comportamiento estándar de la región.

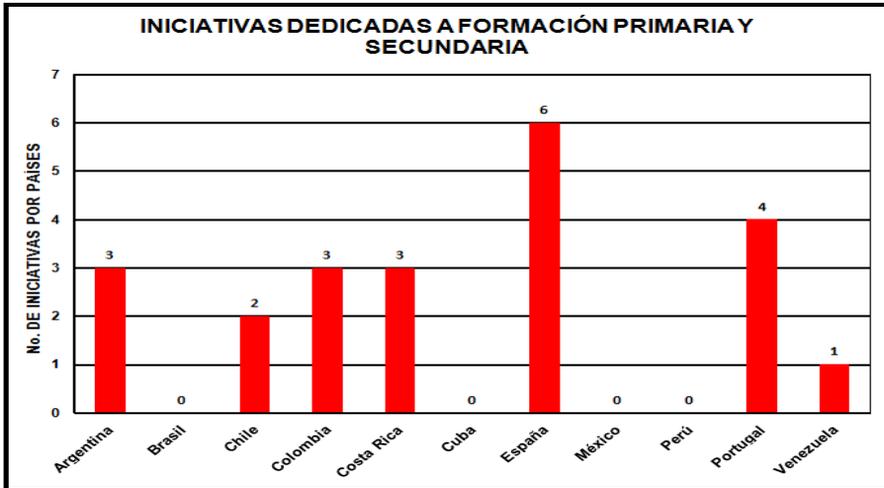


FIGURA 2. Iniciativas de formación en Nanotecnología en enseñanza primaria y secundaria en algunos países iberoamericanos

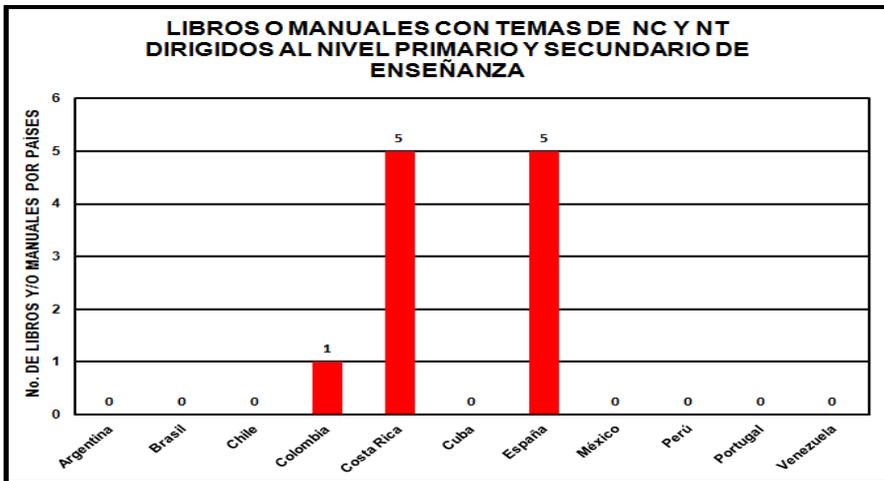


FIGURA 3. Libros de texto y manuales sobre Nanotecnología para enseñanza primaria y secundaria en algunos países iberoamericanos

En general puede decirse no existe una proyección oficial por parte de los Ministerios de Educación locales en cuanto a la inclusión de contenidos de Nanotecnología en asignaturas de los ciclos primario y secundario (medio), ni tampoco orientaciones a los profesores de asignaturas de Ciencias Naturales para la realización de algún tipo de actividad extraescolar con el mismo fin.

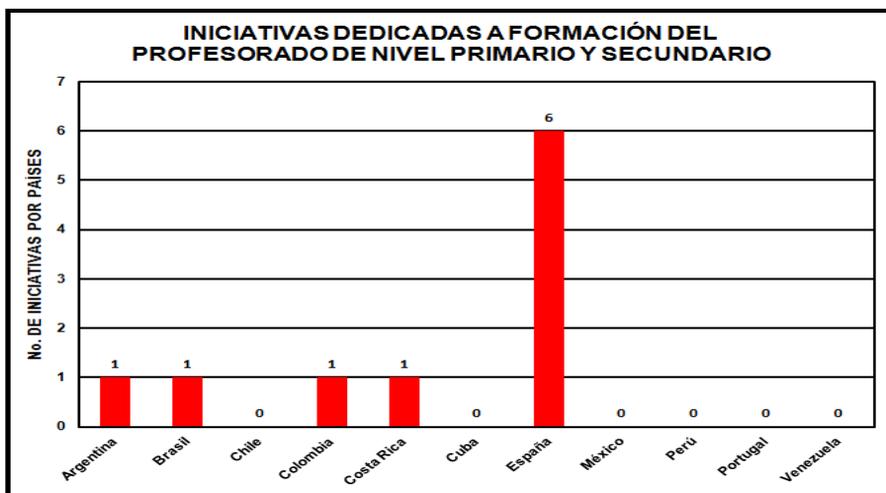


FIGURA 4. Iniciativas de formación del profesorado de enseñanza primaria y media en Nanotecnología en algunos países iberoamericanos

En lo que respecta a las iniciativas locales, estas son diversas y responden a criterios individuales de centros de investigación, universidades públicas y privadas, y fundaciones o asociaciones relacionadas con la Nanociencia y la Nanotecnología. No existen estrategias locales que permitan abordar estas iniciativas coherentemente y a la vez no existe homogeneidad en cuanto a las acciones realizadas [ver fig.2].

Aunque hay una modesta producción bibliográfica a manera de unidades didácticas, guías para el profesorado, redacción de capítulos en libros de textos, etc. por parte de especialistas en Nanociencia y Nanotecnología, esta producción bibliográfica no responde a una estrategia local, ni regional, lo que hace bastante aleatorio su posible uso por parte de alumnos y profesores, principalmente de nivel secundario (medio) [ver fig.3]

No hay homogeneidad en cuanto a iniciativas locales en la formación del profesorado en el área de la Nanociencia y la Nanotecnología; ni tampoco un criterio generalizado de orientaciones didácticas de cómo introducir contenidos de Nanotecnología en las asignaturas que imparten, principalmente en el nivel secundario (medio) de enseñanza [ver fig.4].

En general puede decirse que a nivel de Región Iberoamericana, no existe homogeneidad en cuanto a la presencia de Nanociencia y Nanotecnología

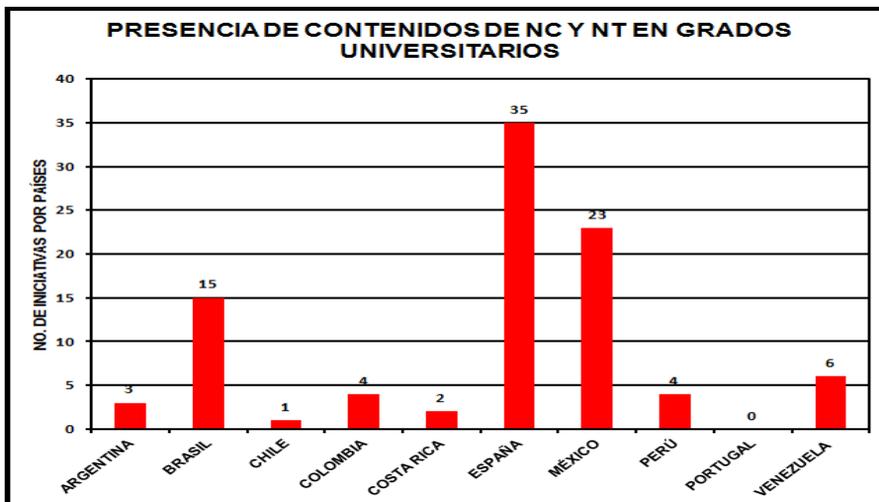


FIGURA 5. Presencia de contenidos de Nanociencia y Nanotecnología en enseñanza universitaria de grados en algunos países iberoamericanos

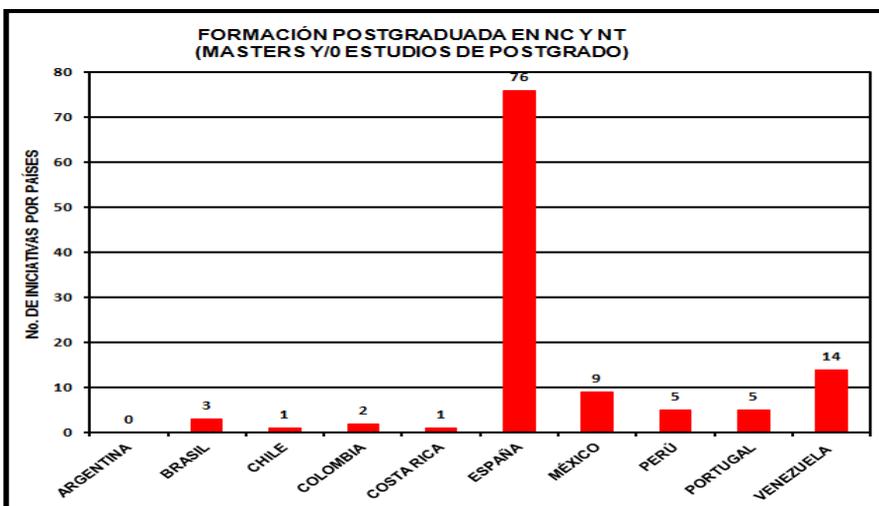


FIGURA 6. Formación Nanociencia y Nanotecnología en enseñanza universitaria de postgrados en algunos países iberoamericanos

en grados universitarios de Ciencias Naturales e Ingenierías en ninguna de sus variantes ya sea en la denominación de carreras, o incluidas como asignaturas propias o como contenidos de asignaturas tradicionalmente impartidas en el currículo de las carreras. A parte de la no homogeneidad, el

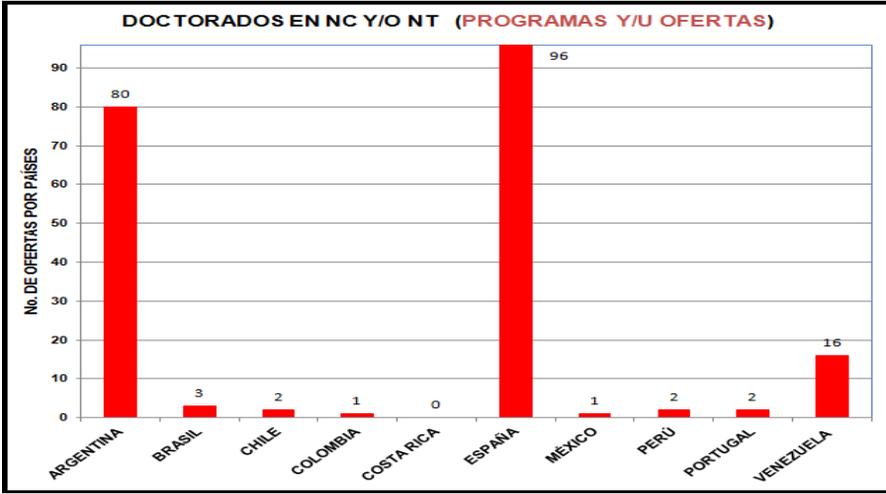


FIGURA 7. Doctorados en Nanociencia y Nanotecnología en algunos países iberoamericanos

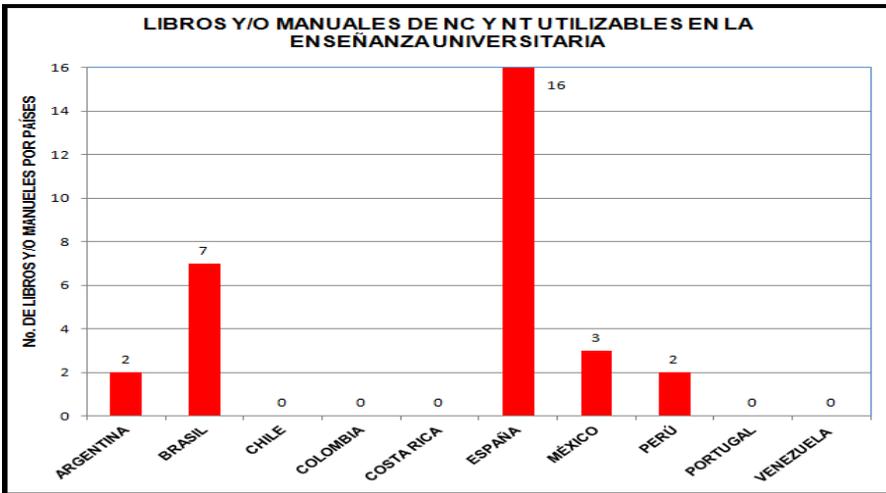


FIGURA 8. Libros y manuales sobre Nanociencia y Nanotecnología para enseñanza universitaria en algunos países iberoamericanos

número de iniciativas es insuficiente. Ambas circunstancias conspiran a favor de una ausente estrategia de formación de cuadros científicos y tecnológicos altamente cualificados con una formación actualizada en una tecnología que, a todas luces, se ha venido convirtiendo en la Tecnología Fundamental del Siglo XXI [ver fig.5].

En lo que respecta a las iniciativas locales, relacionadas con la enseñanza postgraduada de Maestrías y/o Estudios de Postgrado, y de Programas de Doctorados la diferencia puede ser numérica pero el estado actual es igualmente pobre y desigual. Por la pobreza numérica de las iniciativas de presencia de la Nanociencia y la Nanotecnología en este cuarto nivel de enseñanza no solo podemos quedarnos detrás de otros países y regiones del mundo en cuanto a la I+D y principalmente la Innovación en Nanotecnología sino que a su vez nos faltarían recursos humanos altamente especializados capaces de transformar los resultados de la ciencia y la tecnología en una cultura de masas. En definitiva contar a corto plazo de una masa poblacional amplia y diversa “alfabetizada” en Nanotecnología [ver figs.6 y 7].

No hay homogeneidad en cuanto a iniciativas locales en la publicación de libros y manuales que sirvan de base a la enseñanza de la Nanotecnología a nivel universitario. Muchas instituciones universitarias iberoamericanas prefieren utilizar publicaciones foráneas de igual calidad, pero no mucho mejores que las que podrían ser publicadas por científicos y tecnólogos iberoamericanos dedicados a la Nanotecnología [ver fig.8].

Conclusiones

La formación en Nanotecnología debe trascender a un proceso abierto, más general, a través de las asignaturas básicas de ciencias y tecnologías en el nivel secundario (medio) de enseñanza, así como de asignaturas especializadas en los estudios universitarios de grado y de postgrado, y planes de maestrías (masters) y doctorados en temas relacionados con esta ciencia y tecnología de avanzada. Esto conjuntamente con la coexistencia de la divulgación de la Nanotecnología, dirigida a todos los sectores de la sociedad, permitirá la creación de una cultura social alrededor de la Nanotecnología que podrá ser utilizada por familiares de jóvenes alumnos de enseñanza pre-universitaria, así como por profesores y maestros de las escuelas donde ellos estudian, para la realización una adecuada orientación vocacional profesional con el objetivo de elegir carreras universitarias en ciencias e ingenierías.

En Iberoamerica los esfuerzos encaminados a contribuir a una formación en Nanotecnología en los niveles primarios y secundarios de enseñanza son pobres y no responden a estrategias locales y/o regionales. Es necesario avanzar, en los niveles secundarios de enseñanza, en la incorporación de contenidos de Nanotecnología a través de la enseñanza de las ciencias y las tecnologías [11]. En este sentido es importante sostener e incentivar las iniciativas que hasta ahora se han adelantado en la formación del personal

docente en conocimientos sobre Nanotecnología a través de la organización de cursos de formación de maestros y profesores, cursos de entrenamiento en los que se brinden recursos didácticos al personal docente vinculado a asignaturas de ciencias naturales y tecnologías que permitan, además del cumplimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuir a la orientación vocacional pedagógica de su alumnado hacia las áreas de la ciencia y de las ingenierías [11]. De igual modo sostener, incentivar y homogenizar las iniciativas de la formación en Nanotecnología en el nivel universitario de grado y postgrado [12]. Dado que la problemática educacional es bastante similar en la mayoría de los países iberoamericanos sería muy interesante proponer una Estrategia Regional, de la cual deriven las estrategias locales de los 21 países iberoamericanos con el fin de contribuir a una formación integrada en Nanotecnología

Agradecimientos

El autor del presente artículo desea expresar su agradecimiento al Programa CYTED y a su Área 6 de Ciencia y Sociedad a la que pertenece la Red NANODYF, tanto por los recursos financieros que la Red recibe de dicho Programa para su funcionamiento, así como por el apoyo humano que se recibe desde la Secretaría General del mismo. Igualmente desea expresar un especial agradecimiento a todos los Jefes de Grupos de la Red NANODYF, por toda la información documental del estado de la divulgación y la formación en Nanotecnología en sus países.

Referencias

- [1] J. Tutor Sánchez, P. Serena Domingo. "Situación de la divulgación y la formación en nanotecnología en Iberoamerica". Revista MundoNano, Vol. 4, No. 2, Julio-Diciembre 2011. Pag 12-17
- [2] J.D. Tutor Sánchez. Actualidad y perspectivas de la divulgación y formación de la Nanotecnología en Iberoamerica: Red NANODYF-CYTED. Revista Digital Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, No. 3, Vol. 4, 1 de Marzo de 2013.
<http://www.revista.unam.mx/vol.14/num3/art21/>
- [3] http://es.wikipedia.org/wiki/Divulgaci%C3%B3n_cient%C3%ADfica
- [4] R. Núñez Centella (30/03/2010). «Galileo, pionero de la divulgación científica». *El País*.
- [5] TryScience. http://www.tryscience.org/es/parents/wsm_1.html
- [6] http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n_formal
- [7] http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n_no_formal

- [8] J.D. Tutor Sánchez. ¿Puede la Nanotecnología contribuir a la orientación vocacional a las Ingenierías en Iberoamerica? (en vías de publicación en Revista Nano, UNC, Bogotá, Colombia)
- [9] J. Tutor Sánchez. Presentación FORMACIÓN NANO en el 2do Simposio Iberoamericano de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF'2013, celebrado en la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<http://www.nanodyf.org/publicaciones.php>
- [10] INFORME DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA DIVULGACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN IBEROAMERICA. 2011
<http://www.nanodyf.org/publicaciones.php>
- [11] INFORME DIAGNÓSTICO SITUACIÓN EN ALGUNOS PAÍSES DE IBEROAMERICA ACERCA DE LA FORMACIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA. 2012 <http://www.nanodyf.org/publicaciones.php>
- [12] INFORME DIAGNÓSTICO SITUACIÓN EN ALGUNOS PAÍSES DE IBEROAMERICA ACERCA DE LA FORMACIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA. 2013 <http://www.nanodyf.org/publicaciones.php>