

FORMACIÓN EN NANOTECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN UNIVERSITARIA DE GRADO Y POSTGRADO. ALGUNAS EXPERIENCIAS IBEROAMERICANAS

NANOTECHNOLOGIES TRAINING IN UNIVERSITY EDUCATION DEGREE AND POSTGRADUATE. SOME IBEROAMERICAN EXPERIENCES

Joaquín D. Tutor-Sánchez

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

(Recibido: Noviembre/2016. Aceptado: Enero/2017)

Resumen

En el presente artículo se realiza un breve análisis de las características de la Educación Universitaria de Grados y Postgrados centrándose la atención en el enfoque por competencias de la misma y cómo influye en la salida al mercado laboral de sus egresados. Posteriormente se argumentan aspectos concernientes a la Formación en Nanotecnologías en Educación Universitaria en diferentes regiones del mundo comentando algunas diferencias entre los llamados países del Norte tecnológico y del Sur Tecnológico. Por último se comentan algunas experiencias iberoamericanas en la Formación Universitaria en Nanotecnologías y se muestran los resultados de una encuesta preliminar sobre la Formación en Nanotecnologías en Grados Universitarios.

Palabras Clave: Nanociencia, Nanotecnología, Formación, Enseñanza Universitaria.

Abstract

In this article a brief analysis about the characteristics of Degrees and Postgraduates in Higher Education focusing on the approach by competencies of them, and how this approach influences the output of the labor market is performed. Later some aspects concerning the training of Nanotechnologies in Higher Education and its differences in distinctive regions of the so-called North Technological and South Technological countries are argued. Finally some Iberoamerican experiences in university education in Nanotechnologies are

discussed; also the results of a preliminary survey on Training in University Degrees Nanotechnologies are shown.

Keywords: Nanoscience, Nanotechnology, Training, Higher Education.

I. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios del desarrollo de las Nanociencias y las Nanotecnologías el tema de la formación de las mismas en diferentes niveles de enseñanza ha sido motivo de interés de investigadores y docentes en casi todo los países del mundo, al menos de todos aquellos países donde se han desarrollado actividades de I+D+i en mayor o menor grado. En el artículo *Formación en Nanociencia y Nanotecnología: un reto en Iberoamérica* [1] se exponen algunas ideas y reflexiones sobre la formación en Nanotecnología en sentido general, así como algunos ejemplos de iniciativas desarrolladas por algunos países.

En el artículo citado anteriormente, [1], se analiza como en la actualidad se ha ido generalizando el fomento de la asimilación de contenidos de las Nanociencias y las Nanotecnologías a través de actuaciones en el ámbito de la divulgación, y de la formación reglada, también denominada educación formal, en escuelas y universidades [2, 3]. Y estos procesos de divulgación y educación formal en Nanociencias y Nanotecnologías han sido fundamentados debido a diferentes tipos de razones: Razones Científicas y Tecnológicas; Razones Comerciales y Empresariales; y Razones Sociales [3].

En el ámbito de la educación en general, se sabe que una buena formación científica es importante para todos, y no solo para los que continúen 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 excelente base para el posterior desarrollo exitoso en la vida. La ciencia y la tecnología no son sólo son necesarias para los científicos e ingenieros. Una visión contraria sobre este hecho es errónea en el mundo actual basado en las tecnologías avanzadas [4]. En la actualidad, por las razones dadas en [3], 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.

A nivel universitario el tema de la formación en Nanociencias y Nanotecnologías es aún más complejo, ya que además de la enseñanza de conceptos, leyes, teoría y experimentación que constituyen el bagaje cognoscitivo de los estudiantes universitarios alrededor de estas ciencias y estas tecnologías, los ha de preparar pre-profesionalmente para su posible utilización como científicos o tecnólogos. Es por ello que con más razón aún se justifica la

necesidad de una sólida formación, diferenciada, en Nanociencias y Nanotecnologías a niveles universitarios de grado y postgrado.

El presente artículo se dedica a esclarecer aspectos generales sobre la formación universitaria y particulariza sobre la Formación de las Nanotecnologías en dicho nivel de enseñanza a nivel internacional. Se finaliza el mismo presentando algunas experiencia iberoamericanas.

II. EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: GRADOS Y POSTGRADOS

La Educación Universitaria es también denominada como Educación Superior, Enseñanza Superior, Estudios Superiores o Educación Terciaria. Este nivel formativo se refiere a la última etapa del proceso de enseñanza-aprendizaje académico, es decir todas las trayectorias formativas postsecundarias que cada país contempla en su sistema de Educación Superior. Se imparte en las universidades, academias superiores ó Instituciones de formación profesional entre otros.

A finales del siglo pasado la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (en inglés: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, abreviado internacionalmente como **UNESCO**) propició la Declaración Mundial Sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción, en el Marco de Acción Prioritaria para el cambio y el desarrollo de la Educación Superior. Esta declaración fue aprobada el 9 de Octubre de 1998 [5]. En dicha declaración se señalaba concretamente que “.....*En los albores del nuevo siglo (XXI, nota del autor), se observan una demanda de educación superior sin precedentes, acompañada de una gran diversificación de la misma, y una mayor conciencia de la importancia fundamental que este tipo de educación reviste para el desarrollo sociocultural y económico, y para la construcción del futuro de cara al cual las nuevas generaciones deberán estar preparadas con nuevas competencias y nuevos conocimientos e ideales.*” De ahí que desde principio del presente Siglo se comenzase a trabajar muy intensamente en el llamado enfoque por competencias de la Educación Universitaria. En particular en el espacio Europeo se comenzó a estudiar y desarrollar el llamado Enfoque de Competencias en el Espacio europeo de Educación Superior (EEES).

Aunque el mayor auge del enfoque por competencias de la Educación Universitaria lo ha sido desde finales del siglo XX y principios del XXI, el concepto de competencia y predicción de la conducta profesional ya habían sido sacadas fuera del recinto de los especialistas en pedagogía por el Profesor

David McClelland de la Universidad de Harvard en los Estados Unidos de Norteamérica (USA) desde el año 1973 [6].

El concepto de competencia ha sido considerado con muy poca uniformidad, pues ha estado relacionado con términos tales como: habilidades, capacidades, atributos, resultados de aprendizaje, etc. Y más complicado aún cuando algunos autores relacionan el término competencia de la Educación Superior con definiciones tales como: habilidades claves, habilidades básicas, habilidades transferibles, habilidades genéricas, habilidades comunes, habilidades personales, habilidades relacionadas con el empleo, etc. [6]. Sin embargo hay un consenso bastante generalizado de considerar la competencia de la Educación Universitaria íntimamente relacionada con el concepto de empleabilidad.

De ahí que surja la noción de Competencia Académico-Profesional, en el que el perfil académico-profesional del egresado de la Educación Universitaria (de Grado o de Postgrado) esté argumentado por Valores Competenciales [7]. Así la Competencia Académico-Profesional puede caracterizarse por:

- Reconocimiento en el mercado laboral o en el mundo académico
- Aplicación a situaciones laborales o académicas concretas
- Integración (conocimientos + capacidades + habilidades)
- Definición de forma operativa (actuaciones académicas o profesionales a realizar o resultados a conseguir)

De esta manera el Perfil Profesional y el Perfil Académico basados en valores competenciales contribuyen a la Competencia Integral del egresado universitario (Ver Figura 1).

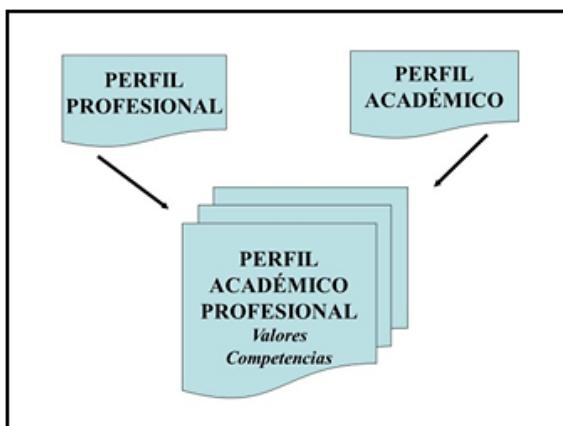


FIGURA 1. *Contribución de los Perfiles Profesional y Académico al perfil del egresado de la Educación Universitaria en términos competenciales [7]*

Entre las acciones previstas en la Declaración Mundial Sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción, se definieron acciones prioritarias concretas en el plano de los sistemas y las instituciones de la Educación Superior. Entre ellas las siguientes:

“.....

6. A la hora de determinar las prioridades en sus programas y estructuras, los establecimientos de la educación superior deberán:

.....

- f) afianzar sus relaciones con el mundo laboral en una base nueva*
- g) tener la obligación de rendir cuentas y de efectuar evaluaciones*

....

- i) promover y desarrollar la investigación, que es un elemento necesario en todos los sistemas de educación superior*

7. Aunque la necesidad de establecer vínculos más estrechos entre la educación superior y el mundo del trabajo es importante en todo el mundo, es especialmente vital para los países en desarrollo, y más particularmente para los países menos adelantados, habida cuenta de su bajo nivel de desarrollo económico.

.....” [5].

Donde a todas luces, el enfoque por competencia/empleabilidad son acciones prioritarias tanto en países desarrollados (**denominados Norte Tecnológico**) como en países en desarrollo y sub-desarrollados (**denominados Sur Tecnológico**).

La salida profesional de los egresados universitarios al mercado de trabajo o la continuación de formación académica depende del nivel alcanzado en sus estudios. El primer escalón de graduación estará dado por el grado de Licenciatura o de Ingeniería. A partir de ahora se considerará Licenciatura (Bachelor's degree en inglés; Degré en francés; Bacharelado en portugués) al egresado de grado en Ciencias Naturales, Exactas o Sociales. El término Ingeniería es mucho más generalista y tendrá la connotación que habitualmente se da a los egresados de grado en Ciencias Técnicas. Un segundo escalón de graduación estará dado por las Maestrías (Máster) y un tercer escalón de graduación se halla en los egresados de Doctorados. De esta forma es posible comprender que la salida al mercado laboral o a la continuación de la formación académica pueda verse como se muestra en la figura 2.

En el caso particular de la salida al mercado laboral de los egresados universitarios: “....se puede afirmar que el mercado de trabajo profesional es por naturaleza imperfecto en la medida que los estudiantes, como demandantes de un empleo profesional, y los empleadores oferentes de empleos profesionales, si bien se relacionan entre ellos en el mercado, tienen que

interactuar para la interpretación de las necesidades de los empleadores, y el desarrollo de las características de los demandantes a través de las Instituciones de Educación Superior...” [9]

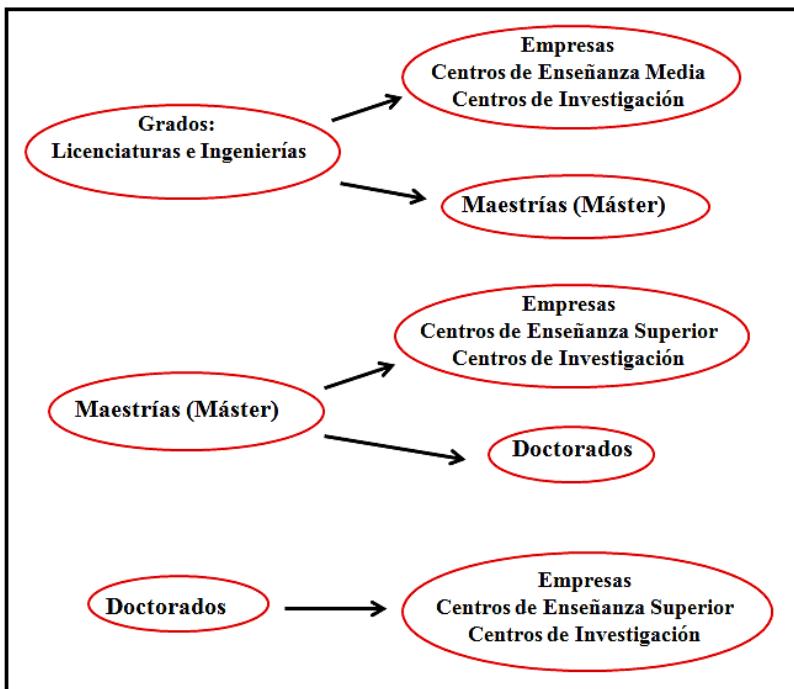


FIGURA 2. Salida al mercado laboral o a la continuación de la formación académica de los egresados de la Educación Universitaria. [8]

Se sabe que, a nivel mundial, la mayor fuente de empleo para egresados universitarios son las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME). Organismos multilaterales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Mundial, han declarado que en América Latina la participación de las PYME se ha incrementado al 99 %, y en continentes como Europa, en un 92 %. Por ejemplo, las PYME en Colombia generan el 70 por ciento del empleo y más del 50 por ciento de la producción de la industria, comercio y servicios. Al cierre de 2013, el número de PYMES en Colombia era de 633.000. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) informó en 2015, que existen un total de cuatro millones 926 mil PYMES. En España, la situación de las PYME hasta el año 2013 era significativamente buena reflejando que ellas soportan más del 99 % del entramado empresarial tanto en España como en toda Europa (ver Figura 3). En China el número de PYME supera los 8 millones de empresas y representan el 99 % de todas las empresas en el país.

Tabla 1. Empresas según estrato de asalariados y porcentaje total, en España y en la UE27, 2013.

	Micro sin Asalariados	Micro 1-9	Pequeñas 10-49	Medianas 50 - 249	PYME 0 - 249	Grandes 250 y más	Total
ESPAÑA	1.670.329	1.314.398	107.784	18.011	3.110.522	3.839	3.114.361
%	53,6	42,2	3,5	0,6	99,9	0,1	100
UE-28 %	92,4		6,4	1,0	99,8	0,2	100

FIGURA 3. Situación del entramado empresarial en España y en la Europa de los 28. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas de España. Datos a 1 de Enero de 2014, y Comisión Europea "Annual Report on European SME 2013/2014"

Estos datos antes expuestos, que sólo representan un número reducido de casos a nivel mundial, sin embargo pueden dar una idea de en qué dirección se proyecta la relación: Egresados de la Educación Universitaria/Fuentes de Empleo. Y esto servirá para poder analizar el caso concreto de la Formación Universitaria en Nanotecnologías.

III. FORMACIÓN UNIVERSITARIA EN NANOTECNOLOGÍAS

En el artículo [3] se realizó un análisis sobre cuáles son las razones Científicas y Tecnológicas, Comerciales y Empresariales, y Sociales por lo que la Divulgación y la Formación en las Nanociencias y las Nanotecnologías son trascendentales en el presente Siglo XXI. La Divulgación y la Formación en Nanociencias y Nanotecnologías dirigidas ambas a todos los sectores de la sociedad, permitirá la creación de una cultura social alrededor de las Nanotecnologías 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 ingeniería [10]

Ya a nivel de Educación Universitaria, la Formación en Nanotecnologías cumplirá su doble papel de formación cultural científica-tecnológica y formación pre profesional en aquellas especialidades donde las Nanociencias y las Nanotecnologías estén presentes en las competencias profesionales y académicas.

Desde el inicio de la llamada Iniciativa Nacional en Nanotecnologías (NNI acrónimo en inglés de National Nanotechnology Initiative) en USA, en el año 2000, el tema de la Formación Universitaria de Grado y Postgrado en Nanotecnologías ha sido un objetivo prioritario en el país. En la medida que el progreso de la investigación y el desarrollo en Nanotecnologías ha aumentado, muchas Universidades en USA están comenzando a ofrecer grados de

Licenciaturas en Nanotecnologías. En la actualidad un buen número de los grados de Licenciaturas en Ciencias Naturales y Exactas, y de Ingenierías, ofrecen especializaciones en Nanotecnologías. En la mayor parte de las Universidades norteamericanas se ofrecen programas de Maestrías (Máster) y de Doctorados prácticamente en cualquier campo relacionado con las Nanotecnologías. En aquellas Universidades y Colegios Universitarios donde no se ofrecen grados de Licenciatura o Ingenierías con especialización en Nanotecnologías los estudiantes que optan por grados en química, física, biología o ingeniería pueden matricular asignaturas de nivel universitario para aprender acerca de las Nanotecnologías [11]; un ejemplo de este tipo de asignaturas es el curso que se ha impartido durante varios años en la Santa Clara University, California, USA, “Introduction to Nanotechnology” [12].

Una rápida mirada a la situación internacional de la Formación/Enseñanza de las Nanotecnologías en el nivel universitario en Europa, Australia y Nueva Zelanda, Asia y África arrojó el resultado que se muestra en la figura 4.

<u>Europa</u>	<u>Australia y Nueva Zelanda</u>	<u>Asia</u>	<u>África</u>
<ul style="list-style-type: none"> •Bélgica •Chequia •Dinamarca •Francia •Alemania •Grecia •Italia •Irlanda •Holanda •Noruega •Polonia •Rusia •España •Suecia •Reino Unido •Turquía 	<ul style="list-style-type: none"> •Nueva Gales del Sur •Queensland •Australia Sur •Victoria •Australia Oeste •Nueva Zelanda 	<ul style="list-style-type: none"> •India •Irán •Israel •China •Hong Kong •Paquistán •Singapur •Tailandia •Malasia •Sri Lanka •Japón 	<ul style="list-style-type: none"> •Sudáfrica •Egipto •Zimbabue

FIGURA 4. Relación de países en las regiones Europa, Australia y Nueva Zelanda, Asia y África donde se desarrolla la formación/enseñanza de las Nanotecnologías en el nivel universitario (datos de sitios varios de Internet)

En el 90 % de los sitios web de Universidades y Colegios Universitarios en los países referidos en la figura 4, se desarrollan asignaturas de ciencias e ingenierías con contenidos de Nanociencias y Nanotecnologías; existen grados de Licenciaturas e Ingenierías con especialización en Nanotecnologías; se desarrollan programas de Maestrías y Doctorados en campos de las Nanotecnologías. Solo en el 10 % de los sitios visitados de Universidades y Colegios Universitarios refieren la existencia de grados de Licenciaturas o Ingenierías en Nanociencias y/o Nanotecnologías.

La situación internacional de la Formación Universitaria en Nanotecnología en Postgrados ha sido durante muchos años muy estable, con un aumento significativo en las últimas dos décadas. De hecho, todo egresado de una Maestría o un Doctorado en Nanociencias o Nanotecnologías, es un especialista en la materia y su salida al mercado laboral o a la continuación de su formación académica, es relativamente satisfactoria en concordancia a lo mostrado en la figura 2.

Sin embargo, el tema de la Formación en Nanotecnologías en Grados Universitarios motiva a serias reflexiones.

Como todo proceso de enseñanza-aprendizaje, la formación en Nanotecnologías en Grados de la Educación Superior (Licenciaturas e Ingenierías) debe responder a cierto modelo didáctico. Un modelo didáctico puede estar caracterizado por varias categorías pedagógicas tales como: Objeto, Objetivos, Métodos, Formas de Organización, Control y Evaluación, y Trabajo Independiente. Estas categorías pedagógicas pueden transferirse a las preguntas: *¿qué?, ¿para qué?, ¿cómo?, etc.* El qué y el para qué de la Formación en Nanotecnología en Grados Universitarios son claros y ya han sido comentados anteriormente. Pero dentro del *cómo* Formar la Nanotecnología en el nivel universitario de Grado están presente: el plan de estudios, los programas de asignaturas, los métodos y procedimientos de enseñanza-aprendizaje, etc. En lo que respecta al plan de estudio este está definido por el tipo de Grado que se oferta en las Universidades y centros de Educación Superior. Y precisamente en este punto surge una pregunta: *¿Cómo desarrollar la formación/enseñanza de las Nanotecnologías en los Grados que se ofertan en la Educación Superior?:*

- *¿Incluir contenidos sobre Nanociencias y Nanotecnologías en asignaturas de los Planes de Estudio de las Licenciaturas e Ingenierías?*
- *¿Incluir asignaturas troncales/obligatorias sobre Nanociencias y Nanotecnologías en los Planes de Estudio de las Licenciaturas e Ingenierías?*
- *¿Incluir asignaturas optativas/opcionales sobre Nanociencias y Nanotecnologías en los Planes de Estudio de las Licenciaturas e Ingenierías?*
- *¿Ofertar Grados específicos de Licenciaturas en Nanociencias y Nanotecnologías o Grados específicos de Ingenierías en Nanotecnologías?*

Las respuestas a las preguntas anteriores no son generalistas. Dependen, y mucho, del contexto en que se esté realizando el análisis para poder dar respuestas consecuentemente realistas.

Muchos autores coinciden en la creencia de que la división Nanotecnológica Norte-Sur posee rasgos de desigualdad similares a la brecha digital y genómica

que se ha presentado entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo y sub-desarrollados: el Norte Tecnológico y el Sur Tecnológico [13].

La división nanotecnológica entre el Norte Tecnológico y el Sur Tecnológico se debe principalmente a la separación entre la ciencia y la tecnología, y la sociedad y junto a esto la diferente visión que se tiene sobre la utilidad de las Nanotecnologías en los países del Norte Tecnológico y del Sur Tecnológico. Y esta división nanotecnológica se manifiesta, como no es de otro modo, también en la situación de empleabilidad de los egresados universitarios tanto de Grados como de Postgrados. Los países del Norte invierten grandes recursos financieros en la creación de empresas nanotecnológicas para la producción y comercialización de productos y servicios nanotecnológicos. Con el objetivo futuro de estrechar o eliminar la brecha nanotecnológica es necesario lograr una equidad de oportunidades de desarrollo y de acceso a las aplicaciones futuras de las Nanotecnologías. Pero de momento hay que enfrentar la realidad y preparar al Sur Tecnológico para alcanzar dicha equidad.

Lamentablemente Iberoamérica pertenece a ese Sur Tecnológico que hay que preparar para alcanzar la equidad nanotecnológica. Aunque España y Portugal pertenecen a la Unión Europea, considerada una región del Norte Tecnológico, no están ajenas a brechas de desigualdad nanotecnológicas.

IV. ALGUNAS EXPERIENCIAS IBEROAMERICANAS

En la gran mayoría de Universidades de Iberoamérica la formación universitaria en Nanotecnologías también ha sido motivo de interés desde hace varias décadas. Un buen número de Universidades y Centros de Educación Superior iberoamericanos desarrollan programas de Maestrías y de Doctorados en campos de las Nanociencias y las Nanotecnologías desde los años '80 del siglo pasado. Y se han alcanzado resultados muy satisfactorios en cantidad y en calidad.

Más recientemente se ha incluido en los planes de estudio de Licenciaturas e Ingenierías asignaturas sobre Nanotecnologías como por ejemplo la asignatura optativa “Nanotechnology: Applications to the Energy Sector” en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas en Madrid, España [14]; en algunos países como España, México, Costa Rica, Ecuador y Colombia desde hace algunos años se han aprobado grados de Licenciaturas en Nanociencias, Licenciaturas en Nanotecnologías e Ingeniería en Nanotecnologías en algunas de sus universidades [15 – 18].

Si se tienen en cuenta las experiencias iberoamericanas, antes mencionadas, bajo el enfoque por competencia de la Educación Universitaria, íntimamente relacionado al tema de la empleabilidad, se precisa “grosso modo” tener una idea acerca del mercado laboral de empresas nanotecnológicas iberoamericanas.

Algunos comentaristas del área económica vislumbran la pérdida de 7 millones de empleo, a nivel mundial, hasta 2020 debido a la llamada “Cuarta Revolución Industrial” [19]. Sin embargo, ante tan dramática cifra, se prevé la compensación de dicha pérdida con la creación de aproximadamente 2 millones de empleo gracias a las empresas nanotecnológicas. Pero de momento las cifras que se tienen en Iberoamérica dejan mucho que desear:

- De los casi 5 millones de PYME en México hasta el 2015, solo 101 son empresas nanotecnológicas
- De las 126 mil PYME (10 a 249 empleados) en España, solo 110 son empresas nanotecnológicas.
- En la web de la asociación de empresas de la República del Ecuador solo aparecen referencias a dos empresas nanotecnológicas: “LIQUIPEL” y “Alimentos Ecuador”
- En Colombia aparece una empresa nanotecnológica autóctona, la empresa IHM en Cundinamarca [20] y 6 empresas nanotecnológicas afiliadas a la Red NanoColombia [21]; además hay una referencia a la empresa SANKI de capital mexicano, radicada en Bogotá, que se dedica a la comercialización de productos bio-nanotecnológicos.
- En la web de la Asociación de Empresas de la República del Perú no aparecen empresas nanotecnológicas.
- En Argentina, en el catálogo de empresas nanotecnológicas de la Fundación Argentina de Nanotecnología aparecen 39 empresas de perfil nanotecnológico [22].
- Etc.

Vista esta situación, que no está lejos de ser extensible a otros países iberoamericanos, y con el objetivo de disponer de una imagen previa a futuros estudios más profundos sobre las respuestas a las preguntas formuladas en el epígrafe III en el ámbito iberoamericano, se elaboró una encuesta sencilla que se circuló entre los Representantes Nacionales y los líderes de Grupos Miembros de la Red Internacional “José Roberto Leite” de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF (www.nanodyf.com). (Ver figura 5).

Las respuestas de 32 investigadores y docentes especialistas en Nanociencias y Nanotecnologías, miembros de la Red NANODYF se presentan en la gráfica de la figura 6.

PREGUNTAS SOBRE LA FORMACIÓN EN NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN SUPERIOR /UNIVERSITARIA

(Por favor, marcar con una X su elección de respuesta)

La formación en Nanociencia y Nanotecnología en Grados Universitarios de Licenciatura (Bacharelado) e Ingeniería debe hacerse a través de:

P1 Contenidos de Nanociencia y Nanotecnología en asignaturas de la especialidad y en asignaturas opcionales/optativas

Si _____ No _____

P2 Asignaturas troncales/obligatorias específicas sobre Nanociencia y Nanotecnología

Si _____ No _____

P3 Asignaturas optativas/opcionales específicas sobre Nanociencia y Nanotecnología

Si _____ No _____

P4 Grados específicos en Nanociencia y Nanotecnología. Por ejemplo: Grado en Nanociencia y Nanotecnología (Licenciatura/Bacharelado), o Grado (Licenciatura/Bacharelado) en Nanotecnología, o Grado en Ingeniería en Nanotecnología

Si _____ No _____

En esta última variante, por favor, diga en dos líneas el porqué de su respuesta

FIGURA 5. Encuesta sobre Formación en Nanociencias y nanotecnologías en Grados de la Educación Universitaria, aplicada a Representantes Nacionales y Líderes de Grupos Miembros de la Red NANODYF

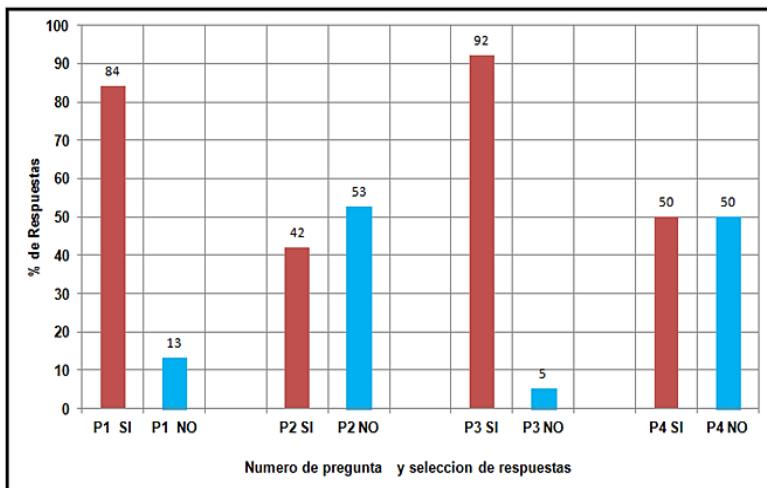


FIGURA 6. Resultados de la encuesta aplicada a miembros de la Red NANODYF mostrada en la Figura 5.

De los resultados en la figura 6, al parecer hay un consenso generalizado sobre la inclusión de contenidos sobre Nanociencias y Nanotecnologías en asignaturas de los Planes de Estudio de los Grados de Licenciatura e Ingenierías, y la incorporación de asignaturas optativas (de libre elección) sobre Nanociencias y Nanotecnologías (preguntas P1 y P3). No tanto así en la incorporación de asignaturas troncales (obligatorias) sobre Nanociencias y Nanotecnologías en los Planes de Estudio (pregunta P2). Sin embargo sorprende la igualdad de opiniones sobre la existencia de Grados de Licenciaturas e Ingenierías, o no en los centros de Educación Superior (pregunta P4); sobre esta última pregunta daremos algunos ejemplos de opiniones dadas:

TRES EJEMPLOS DE RESPUESTAS DE OPINIONES “SI” EN P4

1. Permite la formación de profesionales especializados en el área de Nanotecnología y/o Nanociencia
2. Es uno de los principales campos de trabajo a nivel mundial y una de las principales alternativas para cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible.
3. La definición adecuada de este perfil universitario específico puede proporcionar al egresado una buena posición de cara al mundo laboral.

TRES EJEMPLOS DE RESPUESTAS DE OPINIONES “NO” EN P4

1. La Nanociencia y Nanotecnología involucra tantas ramas del saber distintas, que es imposible cubrir todos los conocimientos necesarios dentro en una titulación
2. Considero que aún el mercado laboral no requiere de profesionales con título de grado en Nanociencia y Nanotecnología, sino que sean profesionales que entiendan sobre el tema
3. No creo que sea útil un curso de Licenciatura/Ingeniería en Nanotecnología; es importante que los futuros profesionales tengan una sólida formación en física, química, mecánica o la biología. Sin embargo, a nivel de maestría y doctorado si debe haber especialización de Nanotecnología.

Lógicamente los resultados de la pregunta P4 de la encuesta, y también los resultados de las otras preguntas, merecen ser estudiados más profundamente en el marco iberoamericano.

V. CONCLUSIONES

La Formación en Nanotecnologías en cualquiera de los niveles de enseñanza primaria, media y universitaria tiene una trascendencia extraordinaria en tanto que asegura la creación de una nanocultura muy necesaria en la actualidad debido a los grandes avances de las Nanociencias y las Nanotecnologías en I+D+i, la fabricación, comercialización y, uso y consumo de productos y servicios nanotecnológicos, muchos de ellos ya en el mercado. Pero en particular la Formación Universitaria en Nanotecnologías cumple además el rol

de formar científicos y tecnólogos con un amplio conocimiento sobre el tema “nano” en sus especialidades, o de formar especialistas concretamente en Nanociencias y en Nanotecnologías.

Teniendo en cuenta el enfoque por competencias/empleabilidad de la Educación Superior, debe tenerse muy en cuenta dicho enfoque a la hora de diseñar Planes de Estudio y Programas de Grados y Postgrados relacionados con el tema de las Nanociencias y las Nanotecnologías. Esta situación estratégica en el Siglo XXI no tiene un carácter general a nivel mundial, pues dependerá considerablemente de en qué países del Norte Tecnológico o del Sur Tecnológico sus universidades y centros de educación superior decidan incorporar el conocimiento de las Nanotecnologías en sus Grados y en sus Postgrados.

Iberoamérica no ha estado alejada del desarrollo de la Formación Universitaria en Nanotecnologías. Han sido considerables las experiencias de esta formación tanto en educación postgrada como en grados universitarios. Sin embargo, debido a la brecha económica, política y social que separa a Iberoamérica del Norte Tecnológico (aún cuando España y Portugal pertenecen a la Unión Europea), debe profundizarse más en las estrategias y tácticas de la Formación Universitaria en Nanotecnologías en la actualidad, y su diseño para un futuro cercano. En este sentido, el Grupo de Trabajo **“Formación en Nanotecnología en Educación Universitaria”** de la Red NANODYF se propone hacer un estudio más detallado que permita:

- Intercambiar experiencias sobre formación en Nanociencias y Nanotecnologías en diferentes especialidades universitarias en estudio de grados, maestrías y doctorados
- Proponer estrategias regionales sobre formación en Nanociencias y Nanotecnologías en diferentes especialidades universitarias en estudio de grados, maestrías y doctorados, de acuerdo con los perfiles pre-profesionales de las carreras universitarias
- Proponer estrategias regionales sobre formación en Nanociencias y Nanotecnologías en estudios de maestrías y doctorados, de acuerdo con los perfiles profesionales de los estudiantes.

VI. AGRADECIMIENTOS

El autor del presente artículo desea expresar su agradecimiento a los miembros de la Red NANODYF que respondieron a las preguntas de la Encuesta referida en la figura 5 del artículo, así como el intercambio de ideas entre colegas de la Red que participaron en el V Simposio Iberoamericano de Divulgación y Formación en Nanotecnologías celebrado en la Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima, Perú, durante la Semana de la Nanociencia y la Nanotecnología 2016 en Perú, llevada a cabo en dicha universidad entre los días 1 y 5 de Agosto de 2016.

REFERENCIAS

- [1] Joaquín D. Tutor Sánchez. *Formación en Nanociencia y Nanotecnología: un reto en Iberoamérica*. MOMENTO, Revista de Física. 46E, pp. 42-53 (2013).
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/momento/issue/view/3752>
- [2] J. Tutor Sánchez, P. Serena Domingo. “Situación de la divulgación y la formación en nanotecnología en Iberoamerica”. Revista MundoNano, Vol. 4, No. 2, pp. 12-17 (2011).
- [3] 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, (2013).
<http://www.revista.unam.mx/vol.14/num3/art21/>
- [4] Teachers Try Science. http://www.tryscience.org/es/parents/wsm_1.html. Consultada en octubre de 2016.
- [5] Declaración Mundial Sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción. Aprobada 9 de octubre de 1998.
http://unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm
- [6] Manuel Riesco González. *El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje*. Revista Tendencias Pedagógicas 13, Universidad Autónoma de Madrid, España. pp. 80-105 (2008). http://www.industriales.upct.es/pdfs/competencias_riesco.pdf
- [7] Francisco Beato. *Las competencias del alumno en el EEES: una perspectiva didáctica*. <http://slideplayer.es/slide/1022184/> Consultada en octubre de 2016.
- [8] Joaquín Darío Tutor Sánchez. Conferencia Inaugural "FORMACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN UNIVERSITARIA DE GRADO Y POSTGRADO" en el V Simposio Iberoamericano de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF'2016 en Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima, Perú. 1 – 3 de agosto de 2016.
http://media.wix.com/ugd/ae08c_cb98478a784048b7a6b9b0d0a3b17df7.pdf
- [9] Alejandro Mungaray Lagarda *La educación superior y el mercado de trabajo profesional*. Revista Electrónica de Investigación Educativa. Universidad Autónoma de Baja California. México.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15503104>
- [10] Joaquín Darío Tutor Sánchez. *¿Puede la Nanotecnología contribuir a la orientación vocacional a las Ingenierías en Iberoamerica?* Revista Nano Ciencia y Tecnología. Vol. 2 núm. 1 (2014), páginas 65-72. Revista Iberoamericana de Divulgación de Nanociencia y Nanotecnología. Colombia. <http://www.revistanano.org/contenido%20vol%202.htm>

- [11] National Nanotechnology Initiative (NNI). Estados Unidos de Norteamérica. <http://www.nano.gov/about-nni/what>. Consultada en octubre de 2016
- [12] M. Meyyappan. “*Nanotechnology Education and Training*”. Journal of Materials Education. Vol. 26, No, 3-4, pp.311-320 (2004).
- [13] Simone Arnaldi, Gian Carlo Delgado, Mariassunta Piccini y Piera Poletti. Editores. “*Nanomedicina. Entre Políticas Públicas y Necesidades Privadas*”. Colección Debate y Reflexión. Universidad Nacional Autónoma de México. México (2011).
- [14] Asignatura Optativa “*Nanotechnology: Applications to the Energy Sector*”. ETSI-ICAI, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.
http://www.iit.comillas.edu/icai/exchange/download/LE_nanotechnology.pdf
- [15] Grado de “Ingeniería en Nanotecnología”. Universidad Yachay Tech. Ecuador. <http://www.universia.com.ec/estudios/yachay-tech/ingenieria-nanotecnologia/st/244841>
- [16] Grado de “Ingeniero en nanotecnología”. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. Universidad Autónoma de Baja California. México.
<http://fiad.ens.uabc.mx/index.php/planes-de-estudio-2/nanotecnologia>
- [17] Grado de “Ingeniería en Nanotecnología”. Facultad de Ingenierías. Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia.
<https://www.upb.edu.co/es/pregrados/ingenieria-nanotecnologia-medellin>
- [18] Grado de “Nanociencia y Nanotecnología”. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
<http://www.uab.cat/web/estudiar/listado-de-grados/informacion-general/nanociencia-y-nanotecnologia-1216708258897.html?param1=1263367118156>
- [19] La Cuarta Revolución Industrial eliminará 7 millones de empleos hasta 2020. Comentarios. 18 de enero de 2016. El Economista.es
<http://www.eleconomista.es/economia/noticias/7285610/01/16/La-Cuarta-Revolucion-Industrial-eliminara-7-millones-de-empleo-hasta-2020.html>
- [20] Empresa QUIMINET.com Información y Negocios Segundo a Segundo.
<http://www.quiminet.com/productos/nanotecnologia-18201021654/proveedores.htm>
- [21] Red Colombiana de Nanociencia y Nanotecnología.
<http://rednanocolombia.org/>
- [22] Catálogo de Empresas. Fundación Argentina de Nanotecnología.
<http://www.fan.org.ar/catalogo-de-empresas/>