

# LA DIVULGACIÓN DE LA NANOCIENCIA Y LA NANOTECNOLOGÍA: UNIDAD Y DIVERSIDAD

## DISSEMINATION OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY: UNITY AND DIVERSITY

**Joaquín D. Tutor-Sánchez**

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

(Recibido: Octubre/2015. Aceptado: Enero/2016)

### Resumen

El presente artículo presenta un análisis sobre la actividad de Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología en su unidad y en su diversidad, en el marco del proceso de Comunicación Científica y Tecnológica. En primer lugar se presentan algunas ideas generales de como la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, como uno de los componentes de la comunicación científica y tecnológica, se proponen crear una cultura de masas que va más allá de su impacto en la vida del individuo y que se convierte en una herramienta imprescindible para hacer partícipe a la sociedad de las decisiones trascendentales en Ciencia y Tecnología. A continuación se dan los elementos que aseguran la unidad, así como la diversidad de la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología. Y por último se presentan algunos ejemplos de acciones iberoamericanas sobre este tema.

**Palabras Clave:** Nanociencia, Nanotecnología, Educación y Divulgación.

### Abstract

This paper presents an analysis of the activity of dissemination of Nanoscience and Nanotechnology in its unity and its diversity, in the context of the Scientific and Technological Communication. First some general ideas of how the Dissemination of Science and Technology, as one of the components of scientific and technological communication, intends to create a mass culture that will occur beyond its impact on the individual's life and becomes an indispensable tool for society to be involved in the important decisions in Science and Technology. Then the elements that ensure the unity and diversity of Dissemination of

Nanoscience and Nanotechnology are given. Finally some examples of Ibero American actions on this topic are presented.

**Keywords:** Nanoscience, Nanotechnology, Education and Dissemination.

## Introducción

El tema de la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología es un tema muy controvertido el cual en ocasiones trae aparejado confusiones terminológicas, diferencias inapropiadas en procedimientos, descuido en la preparación y ejecución de las acciones de divulgación, vulgarización de contenidos científicos y tecnológicos, errores de contenido sobre aspectos científicos y tecnológicos, etc.

Sin embargo, la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología en general y de la Nanociencia y la Nanotecnología en particular es un elemento fundamental para contrarrestar dificultades de falta de participación de la sociedad en la toma de decisiones sobre aspectos que influyen directamente en su vida.

El reconocido científico Dr. Carl Sagan dijo en una oportunidad *«Crecemos en una sociedad basada en la ciencia y la tecnología y en la que nadie sabe nada de estos temas. Esta mezcla combustible de ignorancia y poder tarde o temprano, va a terminar explotando en nuestras caras»* [1]. Esta afirmación del Dr. Sagan, que no deja de ser algo pesimista, conlleva al razonamiento de que si no logramos que la sociedad sepa lo necesario y nada más que lo necesario, y lo suficiente y nada más que lo suficiente de Ciencia y Tecnología, estaremos asegurando un desastre social, económico y político.

En la actualidad, fomentar la asimilación de contenidos de la Nanociencia y la Nanotecnología involucra un gran número de actuaciones en el ámbito de la divulgación. Y este proceso de divulgación de la Nanotecnología (Nanotecnología en sentido amplio) ha sido argumentado por diferentes tipos de razones: Razones Científicas y Tecnológicas; Razones Comerciales y Empresariales; y Razones Sociales [2].

La divulgación de la Ciencia y la Tecnología en general, y de la Nanotecnología en particular, representan un conjunto de actividades que interpretan y harían accesible el conocimiento científico y tecnológico de muchas ramas del saber al público general [2]. 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 y tecnológico en general [2, 3, 4].

Pero la divulgación, no deja de ser un proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco de la educación del individuo, y como tal debe ser vista, comprendida y actuada. Por ello, el tema o los temas de divulgación científica y tecnológica deben entenderse en su unidad y su diversidad. De otro modo las acciones de divulgación pueden ser desarrolladas y sin embargo no alcanzar los resultados deseados.

Sobre aspectos generales de la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología como proceso de enseñanza-aprendizaje, la unidad y la diversidad de la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología y algunos ejemplos de acciones llevadas a cabo en el ámbito iberoamericano trata el presente artículo.

### **DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**

En el contexto de la denominada Comunicación Científica y Tecnológica existen tres elementos que la constituyen y que se desarrolla habitualmente entre colegas, docentes, alumnos, estudiantes, directivos políticos, editores, empresarios y público en general. Estos elementos son:

- La difusión científica y tecnológica
- La divulgación científica y tecnológica
- La formación científica tecnológica

De estos tres elementos, el primero de ellos, la ***difusión científica y tecnológica*** es la que se realiza entre pares especializados en determinadas áreas del conocimiento científico y tecnológico y que se lleva a cabo a través de revistas especializadas, simposios y congresos nacionales y/o internacionales, seminarios departamentales o de grupos de investigación, etc. [5]. En ocasiones esta actividad de difusión de la ciencia y de la tecnología se confunde con otro elemento componente de la comunicación de la ciencia y la tecnología: la divulgación.

La divulgación científica y tecnológica y la formación científica y tecnológica, además de ser elementos componentes de la Comunicación Científica y Tecnológica, son, en esencia, parte de la educación de la sociedad. Si entendemos la educación como un ***proceso de socialización y endoculturación de las personas*** a través del cual se desarrollan capacidades físicas e intelectuales, habilidades, destrezas, técnicas de estudio y formas de comportamiento ordenadas con un fin social, se comprenderá que la educación está presente en todas nuestras acciones, sentimientos y actitudes.

Existen diversas formas de clasificar la educación como factor fundamental del aprendizaje del individuo. Una de ellas puede ser [6-8]:

- **La educación formal:** que se desarrolla en las escuelas, institutos, universidades; a través de planes de estudio y programas de asignaturas.
- **La educación no formal** (principalmente divulgación): que no se rigen por un particular currículo de estudios.
- **La educación informal** (principalmente divulgación): que se recibe en los ámbitos educacionales y sociales. **¡La educación que se adquiere progresivamente a lo largo de toda la vida!**

De esta manera puede entenderse que la divulgación de la Ciencia y la Tecnología tienen un importante peso específico en las acciones educacionales con un destacado objetivo general de educación de grandes masas sociales. Esta idea está en total concordancia con lo señalado por Miguel García Guerrero et al [5] cuando señalan que la divulgación científica y tecnológica puede concebirse como *“...el proceso de comunicación que facilita el acceso del público no especializado a diferentes aspectos de la ciencia y la tecnología. Esto incluye los conocimientos científicos y tecnológicos, pero no se limita a ellos; además contempla valores, habilidades y actitudes.”*

Como se sabe, la educación se lleva a cabo a través del proceso de enseñanza-aprendizaje. Como puede interpretarse de los trabajos de importantes didactas internacionales [9-11], este proceso está regido por siete categorías educacionales: objeto, objetivos, contenidos, formas de organización, métodos y medios, control y evaluación, y trabajo independiente. Entonces, la divulgación en Ciencia y Tecnología, como una forma de proceso de enseñanza-aprendizaje, estará regida por dichas categorías como se muestra en la Figura 1.

Por la importancia que tienen las formas de organización en el proceso de divulgación, se ha querido explicitar su gran variedad.

De esta manera, la divulgación a la que nos referimos dependerá mucho de cuáles son los temas concretos de la Ciencia y la Tecnología que se desea ser tratados. En dependencia de dichos temas, así estarán definidas las categorías de objeto, objetivos y contenidos; y una vez seleccionadas las formas de organización para desarrollar el proceso de divulgación, concretar los métodos y medios que deban usarse, que vías de control y evaluación se deberían utilizar, y finalmente cual sería el tipo de trabajo independiente que devendría de la actividad de divulgación.

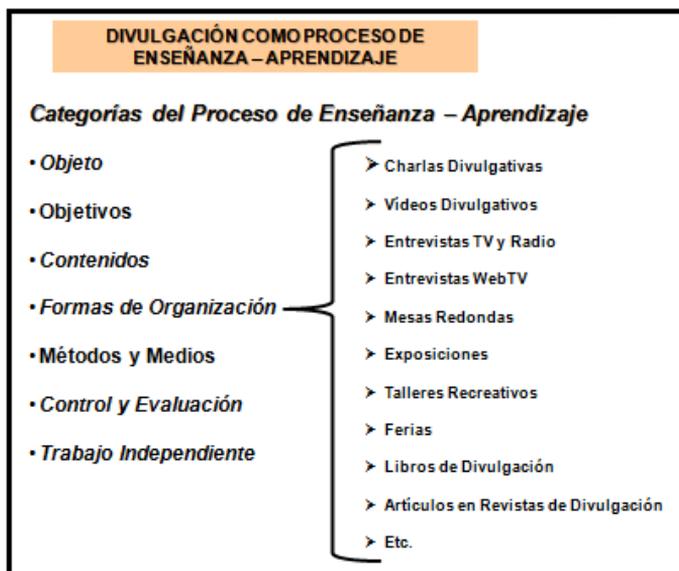


FIGURA 1. *Categorías que rigen la Divulgación Científica y Tecnológica como proceso de enseñanza aprendizaje.*

## **DIVULGACIÓN DE LA NANOCIENCIA Y LA NANOTECNOLOGÍA: UNIDAD Y DIVERSIDAD**

### **Unidad de la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología**

Desde hace ya varias décadas se viene hablando de la Nanotecnología, en sentido amplio, con gran frecuencia. Raro es el día en que no aparece una noticia en el periódico o en la televisión sobre los resultados de la Nanociencia y la Nanotecnología.

Cada vez aparecen más artículos sobre productos nanotecnológicos (ver Figura 2). Sin embargo, el consumidor no sabe a quién dirigirse para ampliar su información y conocer detalles de las nuevas prestaciones sobre los productos que desea comprar. En la actualidad existen más de 1300 productos y servicios tecnológicos basados en la Nanotecnología. Ya desde 2005 los expertos preveían un crecimiento masivo de la industria ligada a la nanotecnología, la "NANOINDUSTRIA".

Muchos países han creado asociaciones para asegurar que sus empresas, universidades y pueblo en general, alcancen y mantengan altos niveles de liderazgo mundial en el campo de la nanotecnología. Un ejemplo de estos tipos de asociaciones lo tenemos en Estados Unidos de Norteamérica con la

asociación NanoBCA (ver Figura 3). Estas asociaciones pretenden también asegurar el uso seguro y beneficioso de la nanociencia, la nanotecnología, y los nanomateriales para todas las personas.

The image shows a list of three clothing items, each with a small photograph and a text box containing details. The items are:

- "Dry-Inside" Polo**: A dark polo shirt. Details: Company: Pro-Idee GmbH & Co. KG; Category: Health and Fitness > Clothing; Origin: Germany; How much we know: Category 4 (Unsupported claim); Date Added: 8 December 2013.
- "Mille Rayé" Suit**: A blue and white striped suit. Details: Company: Pro-Idee GmbH & Co. KG; Category: Health and Fitness > Clothing; Origin: Germany; How much we know: Category 4 (Unsupported claim); Date Added: 8 December 2013.
- Nanoflex® Trouser Suit**: A white suit. Details: Company: Pro-Idee GmbH & Co. KG; Category: Health and Fitness > Clothing; Origin: Germany; How much we know: Category 4 (Unsupported claim); Date Added: 8 December 2013.

FIGURA 2 Imagen extraída de la web <http://www.nanotechproject.org/>

The image shows the homepage of the NanoBusiness Commercialization Association. The header features the organization's logo and navigation links: Home, About, Events, Blog, and Contact. The main content area has a large orange banner with the text "NanoBusiness Commercialization Association" and "Proudly serving the nanotechnology community since 2001". Below this, there are two sections: "Our Organization" with a photograph of a group of people, and "Upcoming Events & News" with a banner for the "2015 DC Roundtable" on May 19-20th, featuring the US Capitol building.

FIGURA 3. Asociación NanoBCA. <https://www.nanobca.org/>

Se hace necesario crear nuevas formas de implantación de las principales aplicaciones de la nanotecnología en la totalidad de los segmentos industriales existentes. Sin olvidar que hay que afrontar con claridad las cuestiones éticas, morales, problemas contaminantes, etc. inherentes a la aplicación de la nanotecnología en el mundo en el que vivimos.

Entonces surgen las preguntas ¿Cómo digerirá la sociedad estos avances de la humanidad? ¿Están los Estados preparados? ¿Hay conciencia política sobre la relevancia del tema? ¿Hay divulgación de estos temas entre los ciudadanos? ¿Conocen los empresarios y los industriales los beneficios de esta nueva tecnología? ¿La tv, la prensa introducen estos debates y su divulgación en las masas sociales? No podemos olvidar que los ciudadanos deben conocer el trabajo de científicos y tecnólogos en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología porque son ellos los que financian las investigaciones y las aplicaciones tecnológicas con sus impuestos.

De todo lo antes mencionado, deriva en que radica la unidad de la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología. **Su unidad consiste en el objeto de esta divulgación** que puede ser definido como *“Una cultura en Nanociencia y Nanotecnología que va más allá de su impacto en la vida del individuo y se convierte en una herramienta imprescindible para hacer partícipe a la sociedad de las decisiones trascendentales en materia de Nanociencia y Nanotecnología”*

### **Diversidad de la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología**

El ámbito de la divulgación de la ciencia y la tecnología abarca un espectro muy amplio de sectores de la sociedad. Estos sectores van desde los alumnos y estudiantes de los niveles primarios, medios y superiores de enseñanza, pasando por sectores de trabajadores, personas de tercera edad, políticos, empresarios e industriales, etc. incluyendo a colectivos de científicos y tecnólogos no especialistas en los temas de ciencia y tecnología que se desea divulgar (ver Figura 4).

De este hecho deriva el que la divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología deberá cubrir estos amplios sectores de la sociedad con el objetivo de considerar las condiciones de las personas a las que nos dirigimos para mediar su realidad entre su contexto cotidiano y los contextos científicos y tecnológicos relacionados con la Nanotecnología, así como teniendo en cuenta las barreras epistemológicas que se presentan en la divulgación de esta rama de la Ciencia y la Tecnología [12].

En este sentido surgen algunas preguntas tales como: ¿qué?, ¿para qué? y ¿cómo? divulgar la Nanociencia y la Nanotecnología (ver Figura 5)



FIGURA 4. Composición de imágenes libres de INTERNET

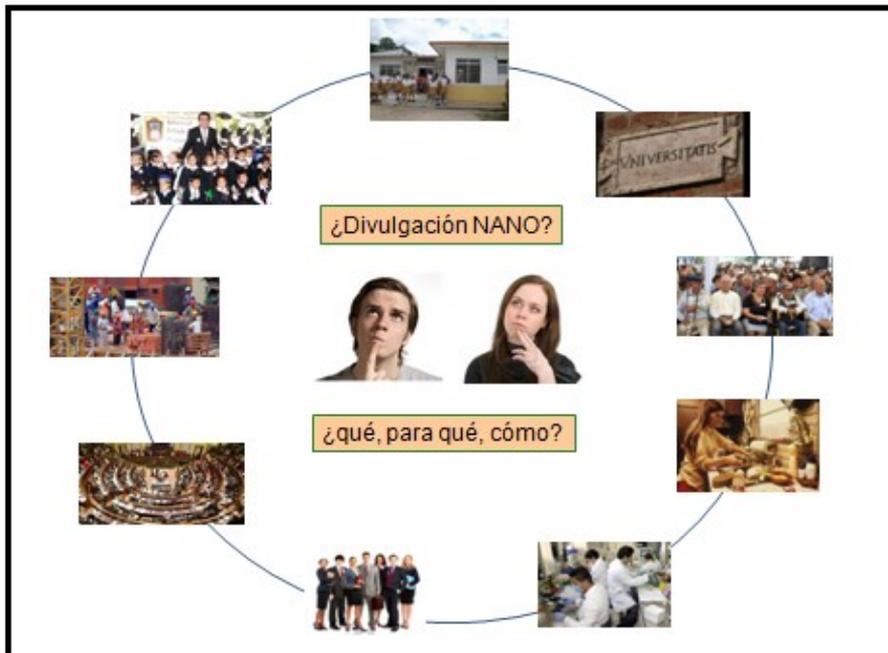


FIGURA 5. Composición de imágenes libres de INTERNET

Algunos ejemplos pueden aclarar la idea antes formulada.

### Charlas divulgativas sobre Nanotecnología para sectores educacionales

Ante todo, debe realizarse una adecuada selección del tema NANO a ser divulgado en los sectores educacionales (¿qué de divulgación NANO?) de forma tal que el mismo esté en concordancia con el nivel educacional al que se enfrenta la actividad de divulgación, sin olvidar los aspectos científicos, tecnológicos, socio-históricos y económicos que hacen posible la Nanociencia y la Nanotecnología [13]. Teniendo en cuenta las diferencias de edades, condiciones socio-culturales, económicas y niveles de enseñanza las charlas divulgativas sobre Nanotecnología para sectores educacionales deberían realizar los siguientes objetivos:

- Poner en valor los conocimientos adquiridos en las actividades de educación formal en sus escuelas, colegios o facultades
- Crear una motivación por la Nanociencia y la Nanotecnología
- Servir como una herramienta complementaria de orientación vocacional
- Mejorar, actualizar y modernizar el nivel de conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en las actividades de educación formal
- Acercar a los alumnos y/o estudiantes a aplicaciones cercanas a sus intereses y preocupaciones como seres humanos

Estos objetivos a ejecutar (¿para qué la divulgación NANO?) no solo estarán presentes para ser cumplimentados en charlas divulgativas sobre el tema NANO; existe un gran número de actividades o formas de organización de la divulgación (¿cómo la divulgación NANO?) en las que dichos objetivos estarían igualmente presentes. La elección de una u otra forma de organización dependerá de los métodos y medios de que disponen los divulgadores así como de su experiencia en el tema de Nanociencia y/o Nanotecnología seleccionado para ser divulgado.

### Charlas divulgativas sobre Nanotecnología para Sectores no Educacionales y/o Público en General

Para los divulgadores de la Nanociencia y la Nanotecnología este tipo de actividad puede surgir a partir de una solicitud expresa de algún sector concreto de la sociedad (p. ej. asociaciones de médicos, juristas, economistas, ingenieros, jubilados y pensionistas, etc.; grupos de empresarios, industriales, políticos. Y otros sectores no educacionales). También esta forma de organización de la divulgación NANO puede surgir a partir de una convocatoria espontánea de los propios divulgadores enmarcada en eventos de Ciencia y Tecnología

convocados por Comunidades, Provincias, Ciudades, Departamentos, Universidades, Centros de Investigación y otras estructuras organizativas de la sociedad civil (p. ej. Semana de la Ciencia de Madrid en España). Ejemplos de charlas divulgativas de estos tipos mencionados podrían ser:

- Aplicaciones de la Nanotecnología al Sector Energético
- Nanoquímica y sus aplicaciones
- Nanoenergía: Energía Sostenible y Nanotecnología
- La Nanotecnología y el Agua
- Nanobiotecnología: de la Nanociencia a la Innovación Biotecnológica
- Salud humana y Nanotecnología: del Nanocosmos a la Medicina
- Ilumina la vida gracias a la luz que aporta la Nanotecnología
- Etc.

La elección del tema NANO (el qué) por parte de los divulgadores, en estos dos casos, es diferente, y de igual modo diferente los objetivos a cumplimentar en cada caso. En el primer tipo de acción, cuando la charla divulgativa es solicitada expresamente por algún sector social concreto, la definición de los objetivos a realizar durante la actividad (para qué) puede resultar más fácil de expresar. Sin embargo las charlas convocadas por los divulgadores sobre determinados temas de Nanociencia y Nanotecnología requieren de una elaboración mucho más cuidadosa en cuanto a la declaración de sus objetivos, a menos que explícitamente los divulgadores mencionen las características del público a quien va dirigida.

Además de estos dos ejemplos de charlas divulgativas NANO, como forma de organización de la divulgación de la Nanotecnología, existe una gran variedad de formas de organización como se muestra en la Figura 1. Y para llevarlas a cabo requerirán de muchos factores objetivos y subjetivos que los divulgadores deberán tener en cuenta.

De todo lo mencionado anteriormente puede concluirse que la ***diversidad de la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología*** reside en:

- Su contenido (qué)
- Sus objetivos (para qué)
- Sus formas de organización (cómo)

Sin dejar de tener en cuenta los métodos y los medios requeridos para llevar a cabo las acciones de divulgación NANO, que como se mencionó anteriormente dependerá mucho de factores objetivos y subjetivos a tener en cuenta por los divulgadores.

Existe una categoría educacional que rige también la divulgación de la Nanotecnología, comprendida como proceso de enseñanza-aprendizaje, que merece algunos comentarios debido a su gran trascendencia: el control y la evaluación de la actividad de divulgación. ¿Cómo controlar y evaluar si las actividades divulgativas NANO han cumplido sus objetivos? ¿Ha sido eficiente la actividad de divulgación? ¿Ha sido eficaz la actividad de divulgación?

En muchas ocasiones los divulgadores NANO, consciente o inconscientemente, declaran los objetivos de sus actividades en términos de “enseñanza” y no en términos de “aprendizaje”. Y esto conlleva un grave error en la planificación de las formas de organización de la divulgación. En términos de “enseñanza”, el divulgador siempre habrá cumplido los objetivos de la actividad, en tanto en cuanto está valorando únicamente su acción sobre los interlocutores. Pero ¿qué aprendieron los asistentes a una charla divulgativa, o a una exposición, a un taller recreativo, a una feria, etc.?

El control y la evaluación de todas las formas de organización de la divulgación de la Nanotecnología, en principio, no son fáciles y en algunos casos casi imposible como pueden ser los videos divulgativos, las entrevistas de TV y Radio, las entrevistas web TV, y libros y artículos divulgativos. Y esto es debido a que la interacción del divulgador con los participantes de la actividad de divulgación puede ser pobre o nula. Y aún así en estos casos algo se podría hacer para conocer si el proceso de divulgación ha sido educacionalmente eficiente. Porque se invierten recursos materiales y humanos de gran valor y la sociedad, en la gran mayoría de las situaciones, es quien soporta los gastos que esas inversiones representan. Una actividad de divulgación de Nanotecnología debe estar acompañada por una acción de control y evaluación, y para ello se hace necesario que exista una preparación colectiva de especialistas tanto de las áreas científicas y tecnológicas correspondientes, como de especialistas en técnicas de propias de control y evaluación de aprendizaje.

Este aspecto es ciertamente álgido y laborioso, pero en la medida de las posibilidades debe incorporarse cada vez más a las actividades de divulgación de la Nanotecnología. De otro modo, siempre se estaría satisfecho de la planificación y organización de las actividades de divulgación y sin embargo no se sabría si se ha facilitado el acceso del público no especializado a diferentes aspectos de la ciencia y la tecnología a la escala NANO.

Por último, y solo a manera de mención, debe destacarse que el trabajo independiente que pueden realizar los participantes en una actividad de divulgación de Nanotecnología estará asegurado siempre que los mismos hayan sido motivados por dichas actividades. Y por supuesto, por la libertad individual, tendrá diferentes modos de realización.

## **DIVULGACIÓN DE LA NANOCIENCIA Y LA NANOTECNOLOGÍA EN IBEROAMÉRICA**

Desde el año 2011, la Red Internacional “José Roberto Leite” de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF [14], ha desplegado un buen número de acciones en el ámbito de la divulgación NANO. Una de las primeras acciones fue realizar un diagnóstico sobre cuáles habían sido las actividades de divulgación de Nanotecnología que se habían realizado los miembros de la Red NANODYF en los últimos cinco años (2006-2011). Esto arrojó un informe diagnóstico que fue circulado entre todos los países miembros de la región iberoamericana [15].

A partir de dicho informe se comenzaron a organizar, de manera más estructurada, acciones de divulgación NANO por parte de los grupos miembros de NANODYF con diferentes formas de organización (ver Figuras 6 y 7)

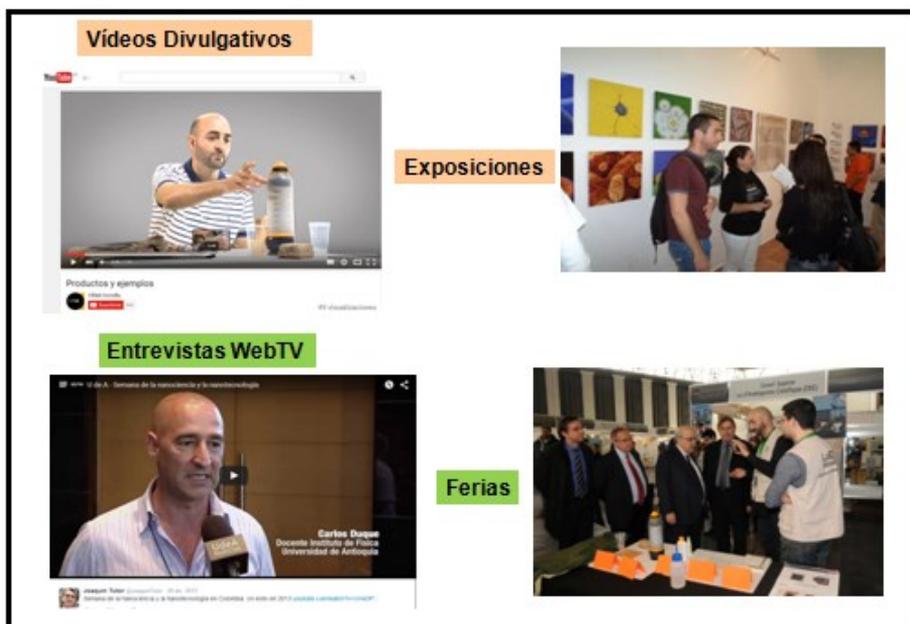


FIGURA 6. Fotos de actividades de divulgación de miembros de la Red NANODYF

Al finalizar el año 2014, el balance de las acciones de divulgación de Nanotecnología fue muy satisfactorio incluyendo un gran número de charlas divulgativas, videos, programas de TV, entrevistas, libros y artículos en revistas de divulgación de Ciencia y Tecnología, etc. (ver Figura 8)



FIGURA 7. Algunos libros y artículos de divulgación de nanotecnología publicados por miembros de la Red NANODYF

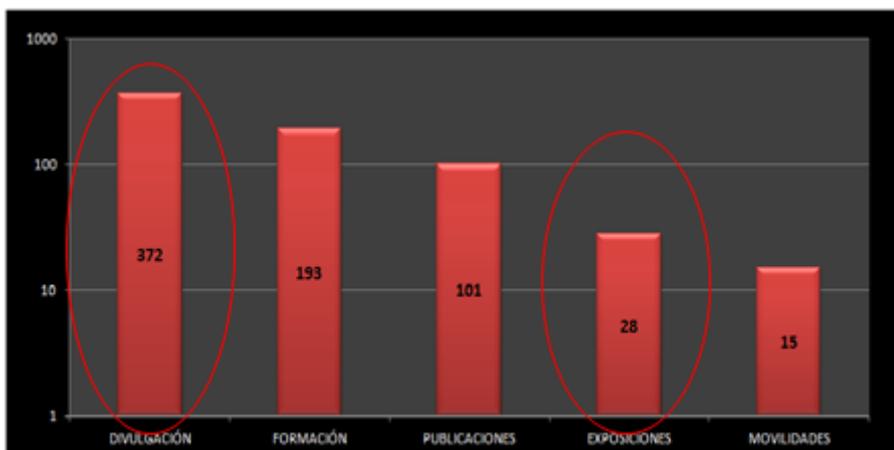


FIGURA 8. Número total de actividades de Divulgación de Nanotecnología desde el año 2011 hasta el 2014 realizadas por grupos miembros de NANODYF

El total de actividades relacionadas con divulgación en Nanotecnología (sin incluir las publicaciones divulgativas) acumuladas de 2011 a 2014 llegó a la cifra de 400, entre las cuales se encuentran charlas de divulgación en Asociaciones de Personas de Tercera Edad, en Comunidades Autóctonas en México, Asociaciones de Médicos, charlas en colegios de enseñanza secundaria y bachillerato, presentaciones de libros, Programas Televisivos, Concursos de “Nanotecnólogos por un Día” en Argentina, talleres con empresarios, exposiciones “Un Paseo por el Nanomundo”, etc.

En la actualidad, la Red NANODYF cuenta con dos Grupos de Trabajo cuyas líneas de acción están orientadas a la Divulgación de la Nanotecnología para diferentes sectores de la sociedad (ver figura 9).

Responsables de Grupos de Trabajo	GRUPOS DE TRABAJO
Miguel García Javier Gamo	<p><u>Divulgación de Nanotecnología para alumnos de Educación Secundaria y estudiantes de Universidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de experiencias sobre divulgación de Nanotecnología a estudiantes de Nivel Secundario y Universitario</li> <li>• Proponer estrategias sobre divulgación de Nanotecnología a estudiantes de Nivel Secundario y Universitario</li> <li>• Elaborar materiales y medios que puedan ser utilizados en diferentes países respetando siempre las características locales y culturales.</li> <li>• Etc.</li> </ul>
Ernesto Zumelzu Noboru Takeuchi	<p><u>Divulgación de Nanotecnología para sectores no educacionales de la Sociedad: políticos, empresarios, comunidades autóctonas, sociedades profesionales, asociaciones civiles, etc.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de experiencias sobre divulgación de Nanotecnología a sectores no educacionales de la Sociedad</li> <li>• Proponer estrategias sobre divulgación de Nanotecnología a sectores no educacionales de la Sociedad</li> <li>• Elaborar materiales y medios que puedan ser utilizados en diferentes países respetando siempre las características locales y culturales.</li> <li>• Etc.</li> </ul>

FIGURA 9. Grupos de Trabajo de la Red NANODYF dedicados a planificar, organizar y realizar acciones de divulgación de Nanotecnología por parte de Grupos Miembros de la red

## Conclusiones

Como conclusión del presente trabajo se debe destacar que la actividad de Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología no es solo un elemento constituyente del proceso de Comunicación Científica y Tecnológica, sino que además es un componente esencial de la educación como proceso de enseñanza-aprendizaje.

La Divulgación de la Nanotecnología está caracterizada por su unidad a partir del propio objeto de la misma y que no es más que la creación de una cultura de masas que permita a los amplios sectores de la sociedad disponer de los conocimientos científicos y tecnológicos, de los valores, de las habilidades y de las actitudes necesarias ante los avances de la ciencia y la tecnología a escala nanométrica. A su vez la Divulgación de la Nanotecnología, que como proceso

de enseñanza-aprendizaje está regido por otras categorías educacionales, está caracterizada por los objetivos, el contenido y las formas de organización de dicho proceso y en ello radica su rica diversidad. Esto sin dejar de lado los métodos, los medios, el control y la evaluación que deben tener en cuenta los divulgadores.

En Iberoamérica se han realizado y se siguen realizando múltiples acciones de divulgación de la Nanotecnología y cada vez más estas acciones están presentes en más países de la región que cuentan con docentes e investigadores capacitados para esta actividad de extensión social. No obstante se hace necesario que los divulgadores profundicen en aspectos teóricos generales del proceso de divulgación científica y tecnológica, así como en aspectos prácticos que permitan hacer eficiente y eficaz la Divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología. Es un reto importante y no hay que temerle. Llevando a cabo estas acciones se está devolviendo a la Sociedad lo que ella ha dado para la formación de especialistas en dichas ramas del saber, que deben ser los divulgadores de la Nanociencia y de la Nanotecnología.

## Referencias

- [1] Entrevista a Carl Sagan realizada por Charlie Rose el 27 de mayo de 1996. <https://www.youtube.com/watch?v=P7H6B6zYeE&t=3m22s>
- [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](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] M. García Guerrero y B. Michel Sandoval, “La divulgación como camino a una cultura científica”. La Ciencia en nuestras Manos, Texere Editores S.A. de CV. ISBN: 9786078028412. 2014. Página 25.
- [6] TryScience. [http://www.tryscience.org/es/parents/wsm\\_1.html](http://www.tryscience.org/es/parents/wsm_1.html)
- [7] [http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n\\_formal](http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n_formal)
- [8] [http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n\\_no\\_formal](http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n_no_formal)
- [9] N.F. Talizina. Manual de Psicología Pedagógica <http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/depto/Biblioteca/Ejemplo%20de%20manuales/Manual%20Psicologia%20Pedag.pdf>
- [10] C. Álvarez de Zayas. LA ESCUELA EN LA VIDA [http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/downloads/2013/03/La\\_escuela\\_en\\_la\\_vida\\_C\\_Alvarez.pdf](http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/downloads/2013/03/La_escuela_en_la_vida_C_Alvarez.pdf)
- [11] C.A. Guerrero Riaño y M. Consuegra Leal. Una mirada a la Teoría de los procesos conscientes de Carlos Álvarez de Zayas. Proyecto RefleAcción.

- <https://refleaccion.files.wordpress.com/2013/04/una-mirada-a-la-teore3ada-de-los-procesos-conscientes-de-carlos-c3a1lvares-de-zayas-2.pdf>
- [12] M.C. Sánchez Mora y J. Tagüeña Parga. El manejo de las escalas como obstáculo epistemológico en la divulgación de la Nanotecnología. MundoNano Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y nanotecnología. Vol. 4, No. 2, Julio-Diciembre 2011. Página 83 – 102.
- [13] M. García Guerrero y G. Foladori. Divulgación de Ciencia y Tecnología: los límites del enfoque técnico en las nanotecnologías. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12(3), 508-519, 2015. [http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/825/pdf\\_321](http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/825/pdf_321)
- [14] Red NANODYF [www.nanodyf.org](http://www.nanodyf.org)
- [15] INFORME DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA DIVULGACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN IBEROAMERICA. 2011 <http://www.nanodyf.org/publicaciones.php>