
EL TALLER NANOMUNDO: NANOTECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN EDUCATIVA BASICA ¹

THE WORKSHOP NANOWORLD: THE NANOTECHNOLOGY IN BASIC EDUCATIONAL FORMATION

**LETICIA MOGOLLÓN ², EDUARDO CHALBAUD-MOGOLLÓN ³ y NOBORU
TAKEUCHI ⁴**

RESUMEN

El desarrollo de las nanociencias y la nanotecnología es una de las metas para este siglo XXI, fomentando su formación y divulgación a todos los niveles educativos. Hecho que hasta ahora se ha abordado con su incorporación en la educación universitaria, como componen en el desarrollo de estudios de posgrado; lo cual hace transcendental el diseñar e incorporar estrategias de divulgación sobre estos temas dentro de los niveles de educación de básica; contenidos que además son parte de la base curricular de asignaturas como Física, Química o Biología impartidas en escuelas y liceos. El presente trabajo se muestra el diseño de una estrategia didáctica, educativa, que permite la incorporación de los temas de nanociencias y nanotecnología a la educación primaria y secundaria, fundamentada en un taller teórico-práctico denominado "Taller Nanomundo"; basado en ciclos de charlas sobre los fundamentos de las ciencias y las tecnologías emergentes, las historia de la nanotecnología, aplicaciones y riesgos de la nanotecnología; y experimentos didácticos como la síntesis de nanopartículas y ferrofluidos, y modelado en papiroflexia de nanoestructuras a base de Carbono; renovando así la concepción y el aprendizaje de los estudiantes por la ciencia, la escala nanométrica a la que se desarrolla la nanotecnología, su potencial aplicación, desarrollo y riesgos.

Palabras clave: Divulgación, Nanotecnología, Nanociencias

ABSTRACT

The development of nanoscience and nanotechnology is one of the goals for this century, furthering their education and outreach at all levels of education. Done so far has addressed its incorporation in higher education, as a component in the development of graduate studies; transcendental which makes the design and incorporate outreach strategies on these issues within the levels of basic education; content that are also part of the curriculum based subjects like Physics, Chemistry or Biology taught in schools and colleges. This paper design a didactic, educational strategy, which allows the incorporation of nanoscience and nanotechnology issues of primary and secondary education, based on a theoretical-practical workshop entitled "Workshop Nanoworld", based on cycles of lectures on the basis of science and emerging technologies, the history of nanotechnology, applications and risks of nanotechnology; and modeling based on origami Carbon nanostructures experiments, teaching the synthesis of nanoparticles and ferrofluids, thus renewing the conception and learning in science, at the nano scale in which nanotechnology, its potential application, development and risks occur.

Keywords: Disclosure, Nanotechnology, Nanoscience

¹ Recibido: 25/07/14

Aceptado: 02/09/14

² Universidad Politécnica Territorial de Mérida "Kleber Ramírez", Ejido, Edo. Mérida, Venezuela. Email: yonatvid@hotmail.com

³ Laboratorio de Biotecnología de Microorganismos "Sixto David Rojo", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Edo. Mérida, Venezuela. Email: Chalbaud.eduardo09@gmail.com

⁴ Centro de Neurociencia y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, México. Email: takeuchi@cnyn.unam.mx

INTRODUCCIÓN

El hombre desde sus comienzos como ser social, se inspiró de la naturaleza para su desarrollo racional y evolución tecnológica, llegando a mimetizar a la naturaleza con el desarrollo de tecnologías; fundamentadas en la exploración y manipulación de los materiales a cualquier dimensión, hasta llegar a unos cuantos nanómetros, escala en la que los materiales muestran nuevas propiedades abordando así las nanociencias y la nanotecnología (Serena et al., 2008; Serena, 2010). El desarrollo de la nanotecnología en este siglo XXI ha sido de gran interés para muchos países del mundo que invierten en programas de formación e infraestructura para el impulso de las nanociencias y estas tecnologías emergentes como: Ingeniería de nuevos materiales, tecnologías de la información y comunicaciones, salud, agua, medioambiente, energía, alimentación y agricultura; haciendo necesario extender estos conocimientos y su comprensión a todos los niveles educativos, de ahí el diseñar e incorporar estrategias de divulgación sobre nanotecnología, sus aplicaciones y riesgos que con llevan su uso (Tutor y Serena, 2011); En los países Latinoamericanos, solo se les imparte formación en nanotecnología en la educación universitaria, sin considerarse la educación primaria y secundaria, aunque conceptos de nanociencias son base de algunas asignaturas como Física, Química o Biología (Takeuchi y Mora, 2011). En Venezuela la formación en nanociencias y nanotecnología solo ha sido dirigido a estudiantes de postgrado, sin un plan de divulgación y formación en nanociencias y nanotecnología que tome en cuenta a todos los niveles académicos; por esto surge el planteamiento de difundir estos contenidos a todos los niveles educativos de la población venezolana, combinando muchos de los recursos a nuestro alcance hoy en día para divulgar su conocimiento, concretando esta idea se creó una red de divulgación de nanotecnología denominada la RED VENEZOLANA DE NANOTECNOLOGÍA ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (REDVNA-NO. ESTULA; Chalbaud E. et al., 2012), haciendo la propuesta de un taller teórico práctico EL TALLER NANOMUNDO inmerso en un Plan Nacional de Divulgación de Nanotecnología (PNDN) como parte del proyecto de educación en Nanociencias y Nanotecnología en Venezuela.

METODOLOGÍA

Se estructuró el taller Nanomundo dentro del Plan Nacional de Divulgación de Nanotecnología (PNDN). Estableciéndose una estrategia didáctica que involucra la formación y divulgación en nanociencias y nanotecnología para estudiantes y profesores de educación básica y secundaria, basados

en charlas sobre ciencia, las nanociencias, la nanotecnología, sus aplicaciones y riesgos; además del diseño de experimentos sencillos y didácticos relacionados con esta tecnología emergente.

El taller Nanomundo se estructuró en varios módulos de ejecución y evaluación: módulo teórico, módulo experimental y análisis cognitivo.

Módulo Teórico: El taller se inicia con una encuesta de 15 preguntas a los estudiantes y profesores, para diagnosticar el estado del arte de la nanotecnología en la formación del estudiante venezolano en la etapa de primaria y secundaria; una vez evaluado el nivel de conocimiento de estos temas se abordó a los estudiantes mediante conversatorios semanales relacionados a las nanociencias y la nanotecnología de forma sencilla que permitan demostrar la presencia de la nanotecnología en el mundo cotidiano; generando inquietudes en los estudiantes que originen preguntas y respuestas para así se puedan apropiar de estos conceptos lo cual permite reforzar su formación en ciencias. El cronograma de actividades realizadas se muestra en la tabla 1.

Módulo Experimental: El módulo experimental, se diseñó en 2 etapas:

Etapas I: Visión de la NanoEscala (Papiroflexia de Nanoestructuras a base de Carbono)

En esta etapa se evaluó el principal concepto de la nanotecnología que es la dimensión o tamaño de los objetos, para esto se utilizó la técnica de la papiroflexia (Acuña y Pérez, 2009).

La papiroflexia es una técnica basada en el armado de una estructura bi y tridimensional a través del doblado de papel, lo cual estimula al desarrollo creativo de las habilidades manuales y destrezas motoras, sensorio-perceptivas, cognitivas, psicológicas y sociales en el aprendizaje de la geometría y simetría (Mejía et al., 2007), dicha técnica permitió reafirmar conceptos como el átomo, el enlace químico, la hibridación y la creación de estructuras cristalinas en los nanomateriales; modelando nanoestructuras típicas de la nanotecnología como el grafeno, el fullereno, los nanotubos de carbono y el toroide molecular, los cuales fueron realizados por los estudiantes y profesores durante el taller (Figura 1).

Tabla 1. Cronogramas de actividades

Nº	Actividades	Semanas												
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Charlas de Divulgación sobre Ciencia y Nanotecnología	X	X											
a	¿Qué es Nanotecnología?	X	X											
b	Historia de la Microscopia		X											
b.1	Cartelera ¿Qué es Nanotecnología?	X	X	X										
c	Método Científico			X	X									
d	Nanoestructuras					X								
e	Nanoestructuras a Base de Carbono						X							
i	Nanoestructuras a Base de Carbono (El Fulleren)						X	X						
ii	Nanoestructuras a Base de Carbono (El Grafeno)							X						
iii	Nanoestructuras a Base de Carbono (El Nanotubo de Carbono)							X						
2	Etapas Experimentales							X	X	X	X			
a	Síntesis de Nanoestructuras								X					
i	Síntesis de Ferrofluidos									X				
ii	Síntesis de Nanopartículas de Plata										X			
b	Taller de modelado molecular en papiroflexia										X	X	X	X
i	El Grafeno										X	X	X	X
ii	El Nanotubo de Carbono										X	X	X	X
iii	El Fulleren										X	X	X	X
c	Microscopia										X	X	X	X
i	Microscopio FAM LEGO										X	X	X	X

Etapas Experimentales: Nanopartículas (Síntesis de Nanopartículas de Plata y Ferrofluidos y la nanomicroscopía).

En esta etapa se desarrolló una estrategia experimental mediante la síntesis de nanomateriales y el diseño de prototipos de equipos de microscopía electrónica.

Figura 1. Taller de Papiroflexia de Nanoestructuras



Para la síntesis de nanomateriales, como practica experimental se aprovecharon metodologías químicas como la oxido reducción para la biosíntesis de nanopartículas de plata por medio del calentamiento de almidón agregándole nitrato de plata (AgNO_3), con el objetivo de obtener plata metálica y mantenerla soluble; y la reacción ácido-base para la síntesis de ferrofluidos por medio de la formación de magnetita por la acción de un ácido y base fuerte sobre el dicloruro de hierro (FeCl_2) y tricloruro de hierro (FeCl_3).

El conocimiento sobre las técnicas de caracterización de los nanomateriales se realizó mediante la creación de un prototipo lúdico (LEGO) del microscopio de fuerza atómica, dicho prototipo muestra un modelos representativos del principio básico de estos tipos de microscopios.

Análisis Cognitivo.

En esta fase se realiza el análisis cognitivo, como una estrategia que permitió el estudio de los tópicos de la nanotecnología tratados con estudiantes y profesores desde la perspectiva de lo que va a ser objeto del aprendizaje para ellos; por medio de la aplicación de encuestas pre y post taller, aplicando una prueba de ANOVA, considerando un grado de significancia estadística de $p < 0,05$; a través del paquete estadístico SPSS, versión 13.0 (Merino & Diaz, 2006).

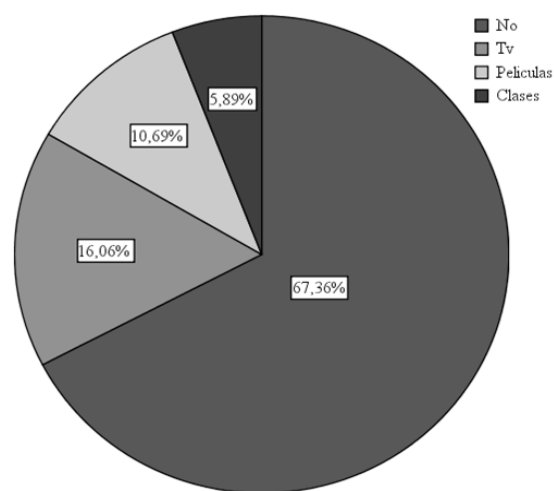
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se participó en eventos de divulgación científica a nivel local, ediciones XI, XII, XIII e Itinerante del Encuentro de Física, Química, Matemática y Biología celebrados en la ULA (Naranjo O. et al., 2011), Feria del Libro Universitario 2014 y I Feria del Niño 2014, el taller se ha realizado en 74 instituciones de educación primaria y secundaria en el Estado Mérida a una población estudiantil de edades entre 5 a 17 años; con una participación promedio de 490 estudiantes por institución. El taller también se aplicó durante todo el año escolar 2013-2014 a los estudiantes de 1° a 5to año de secundaria del Liceo Bolivariano Prof. José Enrique Arias del Estado Mérida, contando con la participación de 467 estudiantes de edades entre 11 a 17 años; con los datos obtenidos de las encuestas aplicadas a los estudiantes, se realizó un análisis estadístico de ANOVA, encontrándose que el 33% de los alumnos tiene información al respecto de nanotecnología por medio de la televisión (16 %), clases (7 %) y películas (11 %); y el 67 % desconoce la existencia de las nanociencias y aplicaciones de la nanotecnología, como se observa en la gráfica 1.

Se evaluó la comprensión de la escala física y de los conceptos básicos de Nanotecnología, estos reflejo que un 94% de los estudiantes logro ordenar de forma creciente objetos macroscópicos, y un 6% ordenan de forma creciente objetos desde la nanoescala; demostrándose que la idea de cuantificar algo más pequeño a lo que pueden ver y tocar es de total complejidad para los estudiantes de educación secundaria (Gráfica 2).

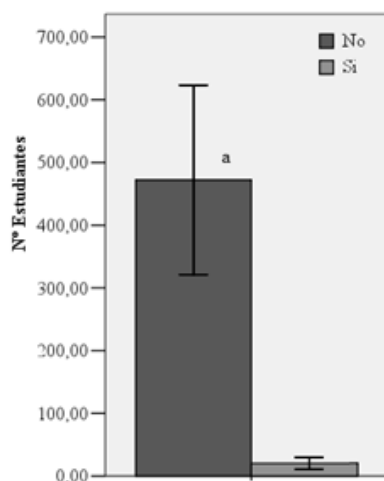
Gráfica 1. Conocimiento previo de los estudiantes de educación secundaria del Estado

Mérida sobre Nanotecnología



Estas actividades a nivel de educación básica y secundaria permiten informarlos sobre los avances tecnológicos que han logrado el rápido y contundente desarrollo de las nanociencias y la nanotecnología, además del gran abanico de aplicaciones que ya se han hecho realidad.

Gráfica 2. Comprensión de los estudiantes de secundaria por la escala física y las nanoestructuras.



El taller Nanomundo fue una estrategia efectiva para la divulgación y comprensión de la nanotecnología. El método de esta propuesta nos ayudó a conocer y diagnosticar el nivel de información y conocimiento que poseen los estudiantes de Educación media en el Estado Mérida, su aplicación permitió fomentar en los estudiantes la autonomía de pensamiento, creatividad, capacidad de análisis y compromiso con su entorno tecnológico ya que permite la participación activa directa de los alumnos en las actividades, para lograr que interactúen con los paradigmas de las nuevas tecnologías o Nanotecnología, su desarrollo e importancia para el desarrollo de la sociedad en el siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, I. y Pérez I. 2009. La papiroflexia como herramienta útil para el aprendizaje en niños: A propósito de una experiencia. *Revista Ciencias de la Educación*. 19 (33): 66-89.
- Chalbaud-Mogollon E., Serena P., Dugarte A., Perinía-Rojas M., Bracho J., Bloem-Rojas J., Mogollón, L. 2012. Creación de una red de divulgación sobre nanotecnología a través de redes sociales y una cátedra itinerante de nanotecnología. *Memorias del VI Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria*. Habana-Cuba.

Mejía, N., Puerta, C. & Pizarro, M. 2003. Influencia de la estimulación temprana en el desarrollo psicomotor en niños de 3 y 4 años. (versión electrónica). Extraída en Noviembre de 2013 <http://ebv.conquismania.cl/manuales/influenciaestimulacion3y4ano.doc>

Merino, A. y Díaz, C. 2006. *Análisis de datos con SPSS 13 Base*. McGraw-Hill, Madrid, España.

Naranjo, O., Rosenzweig P., Escalona, O., Guzmán, E., Bocaranda P. & Echeverría, R. 2007. *Encuentros con la Física, Química, Matemática y Biología en la Universidad de Los Andes (Mérida – Venezuela): Un incentivo para su Aprendizaje*. Facultad de Ciencia, Venezuela. Disponible en <http://www.cientec.or.cr/pop/2007/VE-OrlandoNaranjo.pdf>. Revisado el 10-06-14

Serena, P.A. 2010. ¿Que sabemos de la Nanotecnología? CSIC-Catarata Editor, Madrid, España.

Serena, P.A., Martín-Gago, J.A., Briones, C. & Casero, E. 2008. *Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología Editores, Madrid, España.

Serena P.A. & Tutor J. 2011. La divulgación y la formación de la nanociencia y la nanotecnología en España: un largo camino por delante. *Mundonano* 4(2): 48-58.

Takeuchi N. & Mora E. 2011. Divulgación y formación en nanotecnología en México. *Mundonano* 4(2), 59-64.

Tutor J. & Serena, P.A. 2011. Situación de la divulgación y la formación en nanociencia y nanotecnología en Iberoamérica. *Mundonano* 4(2), 12-17.