

ARTÍCULO

## ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN DISTINTOS SECTORES DE LA SOCIEDAD EN ARGENTINA

Carolina Vericat, Patricia L. Schilardi, María Elena Vela y Roberto Salvarezza

## **Estrategias de difusión de Nanociencia y Nanotecnología en distintos sectores de la sociedad en Argentina**

### **Resumen**

Las nuevas tecnologías implican una interacción compleja de factores técnicos y sociales. La innovación que produce la Nanotecnología y sus beneficios en la sociedad es parcialmente comprendida; ambos, innovación y beneficios constituyen temas valiosos para informar y discutir. La formación académica y trayectoria científica de docentes e investigadores de universidades y del sistema científico, es lo que permite implementar y llevar adelante la tarea de informar y difundir el impacto y alcance de las innovaciones tecnológicas en N&N. En este trabajo se comentan las acciones que se llevan a cabo en Argentina en el campo de la divulgación de N&N en distintos ámbitos educativos, difusión en medios de comunicación y eventos de participación masiva de la sociedad.

**Palabras clave:** divulgación científica; Nanociencia y Nanotecnología en Argentina; cursos de pregrado y de posgrado en N&N.

## **Diffusion strategies of Nanoscience and Nanotechnology in different sectors of the society in Argentina**

### **Abstract**

New technologies involve a complex interplay of technical and social factors. The innovation that will produce nanotechnology and their benefits into society are only partially understood and constitute valuable issues to inform and discuss. The academic formation and scientific training of teachers and researchers from universities and scientific system is what allows to implement and carry out the task to inform and diffuse the impact and scope of technological innovations in N&N. This paper discusses the actions carried out in Argentina in the area of diffusion of N&N in different educational settings, broadcast media and events with massive participation of the society.

**Keywords:** scientific diffusion; Nanoscience and Nanotechnology in Argentina; undergraduate and postgraduate N&N educational courses.

## Introducción

Las tareas de divulgación en Nanociencia y Nanotecnología (N&N) tienen un rol protagónico tanto en las estrategias de inclusión de países de Latinoamérica, en particular de Argentina, y en el marco de las tecnologías innovadoras, como en la información de la población en general sobre los avances en la ciencia que permitirán mejoras en la calidad de vida y en el medio ambiente.

Son los docentes e investigadores de las universidades y del sistema científico, junto con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires (CIC PBA), quienes tienen la formación adecuada para llevar adelante esta tarea. Nos referiremos en particular, a los integrantes del laboratorio de Nanoscopías y Fisicoquímica de Superficies del Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA). Los integrantes de este equipo cuentan con mayor trayectoria a nivel nacional en Nanociencia y Nanotecnología, el grupo se está dedicando a esta tarea en la actualidad y la vienen realizando con distintas modalidades desde la década de los 90.

Dentro de las acciones que se llevan a cabo en el campo de la divulgación en N&N se pueden mencionar:

- a) cursos de divulgación a nivel de escuelas secundarias,
- b) difusión a través de medios masivos de comunicación,
- c) acciones conjuntas con instituciones no universitarias tales como la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN),
- d) presentación de stands informativos en reuniones nacionales y latinoamericanas de N&N,
- e) participación en eventos de asistencia masiva de la población de divulgación general de Ciencia y Tecnología,
- g) dictado de cursos de grado y posgrado en temática N&N.

A continuación, se enlistan las actividades realizadas y las conclusiones preliminares obtenidas del ejercicio de divulgación de N&N:

### ***a) Proyecto de Extensión acreditado en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP)***

Hace algún tiempo descubrimos que en nuestra comunidad y en nuestro entorno personal había cierto interés, pero también un grado de desconocimiento acerca de la temática en la cual realizamos

nuestro trabajo de investigación. En específico, alumnos que cursan las materias de primer año de las instituciones en las que somos docentes, manifestaban cuestionamientos como: "¿en qué trabajan ustedes?", "¿y eso que hacen para qué sirve?", "¿es peligrosa la Nanotecnología?", "¿qué son los nanotubos/ nanopartículas/ fulerenos/ etc?" y "¿la Nanotecnología puede aportar algo en problemas de salud, o de medio ambiente?".

Detectamos entonces, que no había ningún proyecto de extensión referido a N&N en la Universidad Nacional de La Plata, y pensamos que podía ser interesante acercarnos a las escuelas secundarias con el fin de explicar con un lenguaje y nivel apropiados, en qué consisten la Nanociencia y la Nanotecnología. En este marco, la idea de las charlas es que los alumnos y los docentes puedan informarse y a la vez comentar el tema en sus casas y en sus grupos de pares.

Asimismo, las pláticas podrían ser útiles para despertar "vocaciones" en alumnos de escuelas medias que se encuentran en la etapa previa a la elección de una carrera universitaria. Dado que la Nanotecnología es un área altamente interdisciplinaria, nos pareció interesante que los alumnos pudieran conocer lo que se puede hacer en este campo, y que esto a su vez contribuyera en su posible decisión hacia una carrera de Ciencias Exactas, Ciencias Naturales, Ingeniería, o Informática. La propuesta de conferencia de divulgación: "Los grandes avances ahora vienen en frasco chico", fue presentada y aprobada en el marco de las acciones de extensión de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata en el año 2009, actualmente continúa activa.<sup>1</sup>

### *Diagnóstico en la actualidad*

En un principio, la idea fue asistir a instituciones de educación media del territorio de La Plata que tuvieran los medios audiovisuales necesarios para llevar a cabo las pláticas. Sin embargo, pronto detectamos que algunos establecimientos educativos que no contaban con estos recursos, también estaban interesados, por lo que convinimos en desarrollar charlas tanto en el aula de conferencias del INIFTA, la institución donde realizamos nuestras tareas de investigación, como realizar visitas a nuestro laboratorio.

Dado que habíamos detectado interés en nuestro proyecto por parte de escuelas de otras partes de la provincia de Buenos Aires, se planteó la realización de pláticas para alumnos de escuelas de otras regiones, estas pláticas se llevarían a cabo tanto en el INIFTA (en general como parte de viajes de estudio a la ciudad de La Plata), como en los propios establecimientos educativos. La concreción de la propuesta está condicionada a la obtención de medios de financiamiento para viajes y estadías.

### *Metodología utilizada*

Como primer acercamiento, se propone a los docentes la realización de una charla general para

<sup>1</sup> VERICAT, Carolina. *Nanotecnología: Los grandes avances ahora vienen en frasco chico*. Conferencia. Disponible en: [http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/extension\\_proyectos\\_2011.pdf](http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/extension_proyectos_2011.pdf)

introducir a los alumnos en la temática de N&N. La exposición se realiza mediante presentaciones en Power Point; comenzando con numerosos ejemplos para transmitir el concepto de la escala a nivel de los nanómetros.

En el transcurso de la exposición se vuelve sobre este aspecto, dado que es bien conocida la dificultad asociada a la concepción de una medida que no se puede contrastar con la de los objetos más comunes. Durante la sucesión de la charla se incluyen animaciones, videos cortos e imágenes de microscopías (sobre todo electrónica y de barrido por sondas) y de nanoestructuras, además de numerosos ejemplos de aplicaciones de la Nanotecnología en la vida cotidiana y de posibles desarrollos en temas relacionados con la salud, el medio ambiente y la industria en general. Mientras se llevan a cabo las exposiciones se muestran algunos nanomateriales en envases cerrados y se realizan experimentos sencillos empleando láseres con suspensiones de nanopartículas. En determinados casos, si la infraestructura lo permite, se realizan síntesis de nanopartículas de oro (síntesis de Turkevich-Frens) como parte de la presentación. Cabe destacar que, en todo momento se estimula la participación de los alumnos y profesores a través de la realización de sesiones de preguntas y propuestas. En determinados casos, se les planteó a los alumnos la elaboración de una encuesta anónima, en la que se preguntó su opinión acerca de la charla presenciada y del interés por acercarse más al tema, las respuestas obtenidas contribuyen al diagnóstico y evaluación de la actividad de extensión. Esta encuesta sirve como punto de partida para las pláticas futuras a realizar con el mismo grupo de alumnos, en las cuales se desarrollarán temas más específicos de N&N y temas que hayan resultado ser de mayor interés de los alumnos. Todo en caso de detectar un especial interés en la temática.

#### *Resumen de las tareas realizadas*

Antes de realizar las actividades en las escuelas se contactan autoridades y profesores de distintos establecimientos educativos para organizar la agenda de charlas que se dictarán en cada cuatrimestre. Para este propósito, se tiene en cuenta el perfil de cada institución para adaptar o enfocar la temática hacia los intereses del alumnado, así como también la edad de los alumnos y su formación en ciencias químicas y físicas.

Durante el primer cuatrimestre de 2012, por ejemplo, se realizaron los contactos con las autoridades de 10 establecimientos educativos diferentes, tanto públicos como privados y se definieron con los docentes especializados algunas de las pautas de las diferentes charlas que se darán entre el segundo cuatrimestre de 2012 y el primero de 2013.

La preparación de las charlas implica desarrollar tareas previas de investigación y búsqueda de material didáctico para lograr que las presentaciones estén siempre actualizadas. También, se preparan con antelación las experiencias mostrativas y se realiza la selección de nanomateriales para su distribución en el curso.

Durante cada charla participan varios integrantes con diferentes formaciones de grado y

posgrado, a fin de aportar una visión multidisciplinaria de la temática. Al finalizar la charla, en general se propone a los alumnos la realización de una encuesta anónima en la que tienen que contestar una serie de preguntas sobre su comprensión e interés en la exposición y las sugerencias de cambios. En caso de detectar en las encuestas un especial interés en cierto tema, se propone a los docentes del establecimiento la realización de una segunda plática acerca de un tema más específico (como por ejemplo aplicaciones salud o en aspectos vinculados al cuidado del medio ambiente).

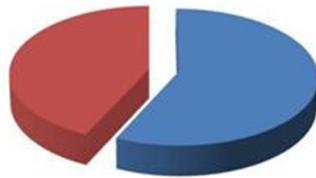
### *Impacto obtenido*

Desde mediados del año 2009, fecha en la que fue acreditado el proyecto, se han realizado actividades con alumnos de escuelas de educación media públicas y privadas, mayoritariamente de la región de La Plata (debido a que ésta es la ciudad en la que los integrantes viven y desarrollan sus actividades laborales) y también de otras regiones de la provincia de Buenos Aires. Los gráficos de la Figura 1 recopilan la actividad de extensión en los establecimientos educativos con los que se han trabajado en el marco del proyecto.

El análisis de las encuestas es un punto importante, ya que nos permite evaluar los intereses de los alumnos, así como también mejorar las actividades futuras. En este sentido, en las Figuras 2, 3 y 4 se muestran los resultados de algunas de las preguntas de la encuesta, correspondientes a más de 200 casos. En el caso de las preguntas mostradas en los gráficos de la Figura 2, el objetivo es realizar una evaluación de las actividades, a fin de poder implementar cambios para mejorar las charlas futuras. En las Figuras 3 y 4 se muestran los resultados de las preguntas que corresponden a investigar el interés de los alumnos en N&N, luego de la charla introductoria. Un alto porcentaje de los alumnos (Figura 3) tiene la inquietud de averiguar más. Entre el grupo de alumnos que contesta afirmativamente a estas preguntas, se pueden ver los intereses para una futura profundización (Figura 4), también se puede observar que las temáticas que despiertan mayor interés son aquéllas vinculadas con la salud, el medio ambiente y el desarrollo de nuevos dispositivos de almacenamiento de información.

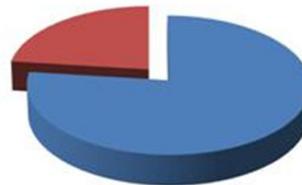
Los resultados de las actividades han sido los esperados. Las charlas se desarrollaron con normalidad y se realizaron encuestas prácticamente con todos los grupos de alumnos. La experiencia hasta el momento ha sido en verdad enriquecedora en parte debido a la heterogeneidad de las escuelas en las que se han realizado las charlas.

**Tipo de establecimiento de nivel medio**



■ escuelas públicas  
■ escuelas privadas

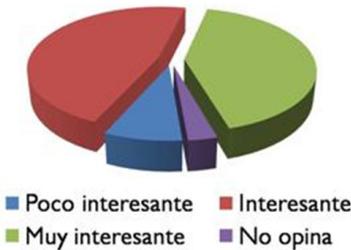
**Ubicación del establecimiento educativo**



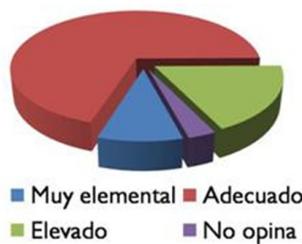
■ partido de La Plata  
■ otros partidos de la prov. de

Figura 1. Información de los establecimientos educativos en los que se han realizado actividades en el marco del proyecto de extensión. Izquierda: porcentaje de escuelas públicas y privadas de educación media. Derecha: porcentaje de escuelas del partido de La Plata y de otros partidos de la provincia de Buenos Aires.

**La temática abordada en la charla le pareció...**



**El nivel de la charla le pareció...**



**La duración de la charla le pareció...**

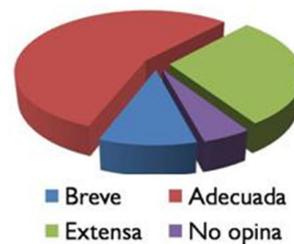


Figura 2. Algunas de las preguntas formuladas en la encuesta anónima dirigida a los alumnos. En el caso de estas preguntas en particular el objetivo es realizar una evaluación de las actividades desarrolladas.

**¿Le gustaría conocer y profundizar otros aspectos relacionados con la Nanociencia y la Nanotecnología?**



**¿Le interesaría realizar un taller con experimentos de laboratorio vinculados a Nanotecnología?**

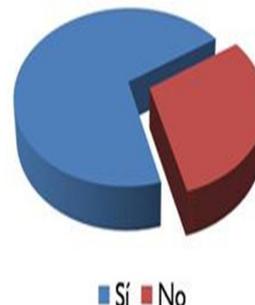


Figura 3. Se muestran los resultados de las preguntas sobre el posible interés de los alumnos en profundizar en aspectos vinculados a la Nanociencia y Nanotecnología.

### ¿Qué temas le interesaría profundizar en futuras charlas?



- Al átomo por un túnel: un microscopio muy especial.
- ¿Como se estudian los nanomateriales?
- Chips, CDs, microprocesadores: superficies estructuradas en la nanoescala.
- Nanotecnología en el campo de los biomateriales.
- Nanociencia como herramienta en la mejora de tratamiento de enfermedades.
- La nanotecnología en el control medio-ambiental.

Figura 4. Se muestran las preferencias de los alumnos en temas de Nanociencia y Nanotecnología para futuras charlas.



### *b) Participación en programas de televisión, prensa escrita y radio*

La reconocida trayectoria del Laboratorio de Nanoscopías del INIFTA fue motivo del equipo de producción del programa: “Científicos Industria Argentina” del canal 7 de la televisión pública, para realizar un par de capítulos que se denominaron: “Microscopías de efecto túnel y de fuerzas atómicas“, donde se expusieron conceptos básicos de N&N, los instrumentos empleados, las actividades de investigación relacionadas con la formación de recursos humanos, la producción científica y el impacto en la sociedad. Estos programas, se repiten en distintos horarios durante la

semana con el objeto de difundir entre la población del país la actividad de los científicos argentinos.<sup>2</sup> Por otra parte, los integrantes del grupo de trabajo del INIFTA son entrevistados en programas de radio locales y nacionales a través de medios masivos de comunicación, que incluyen periódicos y programas de TV para opinar o explicar distintos temas de N&N.<sup>3</sup> Un ejemplo de la repercusión que está adquiriendo N&N en Argentina es una entrevista que recientemente se publicó en uno de los periódicos de mayor difusión a nivel nacional.<sup>4</sup>

### ***c) Recepción de los ganadores del premio “Nanotecnólogo por un día”, otorgado por la Fundación Argentina de Nanotecnología.***

Dentro de las acciones que realiza la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), está el programa: “Nanotecnólogos por un día”<sup>5</sup> que se emite por el canal Tecnópolis TV, de alcance nacional;<sup>6</sup> el programa va dirigido a alumnos del nivel medio de educación y consiste en un concurso de monografías acerca de la Nanotecnología.

Los alumnos ganadores son invitados a participar por un día en el trabajo cotidiano de un laboratorio dedicado a esta disciplina. En la edición 2011 de este concurso nuestro laboratorio recibió a 4 alumnos provenientes de escuelas públicas de la Capital Federal. La jornada comenzó con la recepción de los ganadores por parte del Director del INIFTA y dos integrantes de nuestro grupo, seguida de una visita a las instalaciones del instituto, en la cual se explicaron principios de funcionamiento y aplicaciones de equipamiento utilizado en estudios nanotecnológicos (XPS, Absorción de Rayos X, Nanoscopías). Luego, los alumnos se incorporaron al trabajo cotidiano del laboratorio, colaborando activamente en la realización de experimentos y en la preparación nanomateriales (síntesis de nanopartículas, preparación de superficies nanoestructuradas) y su posterior caracterización por diversas técnicas (espectroscopía UV-vis, microscopía de fuerzas atómicas). En todo momento los alumnos se mostraron muy receptivos y manifestaron inquietudes acerca del trabajo que estaban realizando, de la dinámica de los grupos de investigación, aplicaciones concretas de lo que estaban haciendo, etcétera. La experiencia fue muy enriquecedora tanto para los alumnos como para los integrantes de nuestro grupo, ya que se pudieron intercambiar impresiones y contrastar los puntos de vista de alumnos provenientes de escuelas técnicas en especialidades, que no están directamente relacionadas con las ramas interdisciplinarias que habitualmente

2 Científicos industria argentina - 19-11-11 (4 de 4) [Video]. Disponible en: [http://youtu.be/6D0S8f\\_mLVw](http://youtu.be/6D0S8f_mLVw) y Nanotecnologia Argentina La plata UNLP -Dr. Roberto Salvarezza -Dra. Maria Elena Vela [Video] Disponible en: <http://youtu.be/XtNTSzgJyVs>

3 Scanning Probe Microscopies and Surface Physical Chemistry Group. INIFTA-UNLP/COCINET. Argentina. Disponible en: <http://nano.quimica.unlp.edu.ar/press.php>

4 El poder de lo diminuto. *La Nación* [en línea]. Domingo 28 de octubre de 2012. Tecnología. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1521320-el-poder-de-lo-diminuto>

5 Nanotecnólogos por un día. *Fundación argentina de Nanotecnología* [en línea]. Institucional. Disponible en: <http://www.fan.org.ar/nanotecnologo-por-un-dia/>

6 Nanotecnólogo por un día. *Tec en vivo* [en línea]. Artículos. Disponible en: <http://www.tectv.gov.ar/index.php/component/content/article/77-series/273-nanotecnologo-por-un-dia>

participan en Nanotecnología, tales como mecánica, electrónica, electromecánica. La experiencia fue registrada y difundida masivamente a través del programa llamado “Nanotecnólogo por un día”



Nanotecnólogo por un día

#### ***d) Presentación de stands informativos en reuniones nacionales y latinoamericanas de N&N***

En cuanto a los eventos, se participó en el Encuentro NanoMercosur 2011 organizado por la FAN, tanto en la coordinación de la exposición “Casos exitosos en transferencia de tecnología en micro y nano” presentados por expertos nacionales e internacionales<sup>7</sup> como con la la presentación de un stand de exposición Institucional del INIFTA.<sup>8</sup>

#### ***e) Ponencia acerca de la Nanotecnología en el mundo, y la inserción de Argentina en esta área en ocasión del evento denominado Tecnópolis.***

El Parque del Conocimiento de Tecnópolis está ubicado en un predio ferial de la ciudad de Buenos Aires. Tecnópolis es una megamuestra de ciencia, arte y tecnología a la cual concurre una gran cantidad de público (durante 2011 y 2012 concurrieron mas de tres millones de visitantes) y en la que se fomenta la participación de instituciones educativas que incluyen escuelas primarias y secundarias. Dentro de las actividades se encuentran conferencias dictadas por especialistas en distintos temas de la ciencia. El Dr. Salvarezza fue el expositor que se refirió al tema mencionado

<sup>7</sup> Encuentro NanoMercosur 2011. *Nanotecnología para la Industria y la Sociedad* [en línea]. Programa. Disponible en: <http://encuentronano.fan.org.ar/programa.htm>

<sup>8</sup> Empresas e Instituciones. *Nanotecnología para la Industria y la Sociedad* [en línea]. Empresas. Disponible en: <http://encuentronano.fan.org.ar/empresas.htm>

en el título de este apartado.<sup>9</sup>

### ***f) Cursos de grado y posgrado en temática N&N***

El laboratorio de Nanoscopías del INIFTA dictó en el año 1996 el Primer Curso Latinoamericano sobre Nanoscopías, y desde ese momento continuó ofreciendo formación de posgrado en esta temática no solo en distintas instituciones universitarias de Argentina, sino también en otras de países de Latinoamérica como Chile, Uruguay, Brasil, Colombia y Costa Rica.

En la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata se viene dictando anualmente desde el año 2006 un Curso de Nanoscopías en el cual se dedica buena parte del tiempo a discutir aplicaciones de estas técnicas en el área N&N.<sup>10</sup>

Recientemente, se aprobó como materia de grado de la carrera de Ingeniería de Materiales en la Facultad de Ingeniería de la UNLP la asignatura Nanomateriales y Nanotecnología.<sup>11</sup>

## **Conclusiones**

La actividad de difusión llevada a cabo por el grupo de docentes e investigadores, ha buscado informar y promover el interés de alumnos de escuelas secundarias, de sus docentes, del público que visita exposiciones de ciencia, de los asistentes a encuentros de temas afines y también formar recursos humanos de nivel universitario.

Hasta el momento, los resultados muestran respuestas positivas y marcan un camino hacia nuevas acciones con tendencia a instalar la temática N&N formalmente en los programas educativos del nivel secundario y universitario, ya sea como tópicos dentro de materias relacionadas o como asignaturas completas.

## **Bibliografía**

[1] VERICAT, Carolina. *Nanotecnología: Los grandes avances ahora vienen en frasco chico*. Conferencia. Disponible en: [http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/extension\\_proyectos\\_2011.pdf](http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/extension_proyectos_2011.pdf)

<sup>9</sup> ConicetDialoga. *Roberto Salvarezza en Conicet Dialoga* [Video] Realización: Conicet. Argentina, 2011. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=UBW3kIY5jfo>

<sup>10</sup> Información del curso a dictarse. *Facultad de ciencias exactas* [en línea]. Argentina, 2012. Disponible en: [http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/microscopia\\_de\\_barrido.pdf](http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/microscopia_de_barrido.pdf)

<sup>11</sup> Plan de estudios 2002. *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata* [en línea]. Argentina, 2002. Disponible en: <http://www.ing.unlp.edu.ar/grado/analiticos/M0680.pdf>

[2] TVPublicaArgentina. *Científicos industria argentina - 19-11-11 (4 de 4)* [Video]. Realización: Tv Pública Digital, 2011. Disponible en: [http://youtu.be/6D0S8f\\_mLVw](http://youtu.be/6D0S8f_mLVw)

[3] Paulodic. *Nanotecnología Argentina La plata UNLP -Dr. Roberto Salvarezza -Dra. Maria Elena Vela* [Video] 2010. Disponible en: <http://youtu.be/XtNTSzgJyVs>

[4] Scanning Probe Microscopies and Surface Physical Chemistry Group. *INIFTA-UNLP/COCINET*. Argentina. Disponible en: <http://nano.quimica.unlp.edu.ar/press.php>

[5] El poder de lo diminuto. *La Nación* [en línea]. Domingo 28 de octubre de 2012. Tecnología. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1521320-el-poder-de-lo-diminuto>

[6] Nanotecnólogos por un día. *Fundación argentina de Nanotecnología*. [En línea]. Institucional. Disponible en: <http://www.fan.org.ar/nanotecnologo-por-un-dia/>

[7] Nanotecnólogo por un día. *Tec en vivo* [en línea]. Artículos. Disponible en: <http://www.tectv.gob.ar/index.php/component/content/article/77-series/273-nanotecnologo-por-un-dia>

[8] Encuentro NanoMercosur 2011. *Nanotecnología para la Industria y la Sociedad* [en línea]. Programa. Disponible en: <http://encuentronano.fan.org.ar/programa.htm>

[9] Empresas e Instituciones. *Nanotecnología para la Industria y la Sociedad* [en línea]. Empresas. Disponible en: <http://encuentronano.fan.org.ar/empresas.htm>

[10] Conicet Dialoga. *Roberto Salvarezza en Conicet Dialoga* [Video]. Realización: Conicet. Argentina, 2011. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=UBW3kIY5jfo>

[11] Información del curso a dictarse. *Facultad de ciencias exactas* [en línea]. Argentina, 2012. Disponible en: [http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/microscopia\\_de\\_barrido.pdf](http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/microscopia_de_barrido.pdf)

[12] Plan de estudios 2002. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata [en línea]. Argentina, 2002. Disponible en: <http://www.ing.unlp.edu.ar/grado/analiticos/M0680.pdf>