

# El Rol de la Comunicación en la Co-Construcción de Conocimiento y de Redes de Vinculación y Transferencia en Nanotecnología

Constanza B. Pérez

[cperez@uniandes.edu.co](mailto:cperez@uniandes.edu.co)

Universidad Central – Universidad de los Andes – Universidad Pierre Mendès-France (UPMF)

Cra 5 N° 21 - 38

Bogotá - Colombia

y

Dominique Vinck

[dominique.vinck@upmf-grenoble.fr](mailto:dominique.vinck@upmf-grenoble.fr)

Universidad Pierre Mendès-France (UPMF)- Laboratorio PACTE

Le Patio, BP 47 38040 Grenoble cedex 9 (France).

Grenoble - Francia

## RESUMEN

El propósito de este trabajo es responder la pregunta: ¿Cuál es el rol de los procesos de comunicación en la gestión de conocimiento en nanotecnología? El acercamiento a esta indagación se realiza desde la noción de redes de vinculación y transferencia. Se estudian, desde la perspectiva de actor red, cuatro casos de producción de conocimiento científico y tecnológico en nanotecnología. La estrategia metodológica adoptada es el seguimiento de los actores humanos y no humanos. Se encuentran variados mecanismos de comunicación que están ligados a los procesos de co-construcción de conocimiento, y que permiten abordar la difusión como parte inseparable de la producción. Se identifica el papel central que tiene la comunicación para posibilitar nuevas acciones de los actores.

**Palabras claves:** Comunicación, co-construcción, actor red, conocimiento, transferencia, objetos mediadores, nanotecnología.

## 1. INTRODUCCIÓN

La consolidación de redes que favorecen la creación de percepción pública, denominadas por Orozco et. al, de vinculación y transferencia [1], son una estrategia frecuente de los generadores de conocimiento para el interesamiento [2] de otros actores, tales como tomadores de decisiones, que puedan posibilitar su sostenibilidad a futuro, o comunidades, que un momento dado podrían beneficiarse de sus desarrollos.

El campo de la nanotecnología no es la excepción. Este se vislumbra como una de las áreas de mayor impacto para la economía mundial [3], y para los actores que trabajan en él, la comunicación de sus resultados y proyecciones ha sido una tarea frecuente para lograr visibilidad y divulgar las potencialidades de la tecnología.

Este trabajo parte de la definición de los procesos de comunicación como co-construcción, para luego ilustrar algunos casos de cómo esos mecanismos contribuyen a la generación de redes de vinculación y transferencia en nanotecnología.

El terreno empírico de esta indagación lo constituyen colectivos de investigación que están adelantando desarrollos en el área de nanotecnología. Tres de ellos colombianos y uno europeo.

Los colombianos son: el Centro de Ciencia y Nanotecnología Nanoescalar (Nanocitec), el Grupo Seguimiento de Corazón Vía Satélite (SCVS) y el Centro de Microelectrónica de la Universidad de los Andes (CMUA).

Nanocitec tiene como programa bandera el de Cáncer y Nanotecnología, que busca “*identificar estrategias para contar con partículas de tratamiento y diagnóstico in vitro e in vivo del cáncer*” [4].

El Grupo SCVS “*propone el diseño y construcción, a escala nanométrica, de un dispositivo electrónico intracavitario para hacer puente en la interrupción eléctrica A-V (Aurículo-Ventricular) del área afectada, en bloqueos completos o de rama*” [5]. Este nanomarcapasos, denominado Nanopuente A-V, se

diferencia de un marcapasos tradicional en que “*usará la química y la electricidad del paciente para recargarse automáticamente*” [6, p. 149].

El CMUA cuenta con una línea en micro y nanotecnología, que trabaja temas de diseño, modelamiento y fabricación de dispositivos electromecánicos, a micro y nanoescalas. Este centro conecta sus desarrollos con los procesos de educación y las necesidades del sector industrial nacional [7].

El caso europeo es el consorcio que desarrolla el proyecto Nano<sup>2</sup>hybrids, como parte de la iniciativa *The Vega Science Trust*. Inició en el año 2007 y está planeado para tres años. Se dirige hacia el logro de dos objetivos principales. El primero de ellos es el desarrollo de un nanomaterial híbrido de metal-nanotubo de carbono para el uso en un sensor de gas. El segundo es la generación de un espacio de diálogo con el público sobre los procesos relacionados con la creación del mencionado sensor. El equipo de trabajo acoge varias disciplinas e instituciones (seis laboratorios, una empresa y la entidad *The Vega Science Trust*) [8].

Los resultados presentados en este documento corresponden a una fase exploratoria de investigación, en la cual se realiza un primer acercamiento a los casos mencionados.

La selección de los casos se hace combinando el método *snowball* [9] con el criterio de facilidad de acceso al terreno empírico. Con este fin se realiza un sondeo inicial con investigadores asociados a la nanotecnología, quienes identificaron algunos actores relevantes en el tema. Los casos escogidos fueron aquellos mencionados con mayor frecuencia por las personas consultadas y a los cuales se pudiera lograr un acceso.

El enfoque metodológico de este trabajo se basa en la teoría del actor red. Se hace un seguimiento a los actores (humanos y no humanos), en diferentes ámbitos. En razón a ello, el acercamiento al terreno empírico difiere para los casos colombianos y el europeo.

En los casos colombianos se realizan entrevistas, asistencia a conferencias y charlas públicas de los actores sociales, documentación de información de página Web y revisión de otras fuentes secundarias. En la asistencia a comunicaciones orales públicas de los actores, se prestó atención al tipo de evento, participantes y temáticas tratadas.

Para el caso europeo se realizó seguimiento a la documentación (texto y videodiaris), publicada en la página Web.

## 2. LA COMUNICACIÓN COMO PARTE DEL PROCESO DE CO-CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO

La comunicación humana no es un proceso lineal emisor-receptor. Ya diversas perspectivas han mostrado que enfoques basados en la ingeniería de comunicación son limitados para su estudio. En ese sentido, áreas como la antropología muestran cómo la reflexividad del observador, entendida como la conciencia que tiene él sobre su persona y sus condicionamientos sociales y políticos [10], influyen sobre aquello que se está observando [11].

En los ámbitos de producción de conocimiento la noción de comunicación, aún considerando el rol activo de cada uno de los interlocutores, sigue siendo restringida. Si se piensa en el conocimiento como algo ya dado y exterior a los sujetos, es posible asumir que se transfiera de un lugar a otro. Pero el conocimiento no permanece inalterado. Es una construcción que se va transformando a través de las interacciones entre actores. Aún en intercambios que se dan entre expertos de una misma área, los procesos están mediados por el sentido que le dan los participantes y los objetos [12] que comparten los actores.

En este trabajo se entenderá por comunicación a un proceso recíproco entre actores, mediado por unos objetos concretos o elementos abstractos que comparten en sus relaciones [13]. En la comunicación los actores tienen un espacio para la interacción y la transformación.

## 3. NANOTECNOLOGÍA: ESPACIO DE COMUNICACIÓN ENTRE DISCIPLINAS

¿Cómo es el proceso de comunicación entre actores en la nanotecnología? Antes que nada, es un campo en el que se encuentran variadas disciplinas. Mucho se ha discutido sobre si es un campo multidisciplinario (yuxtaposición de disciplinas para solucionar algún problema), interdisciplinario (integración extensiva que incluye el préstamo de conceptos, la solución de problemas en conjunto y una coherencia metodológica) o transdisciplinario (creación de marcos conceptuales que pueden influir en mas de una disciplina) [14]. Aunque la articulación de áreas no toma una forma única, las comunicaciones entre actores están mediadas por algo que llaman “nano”, y por las problemáticas a resolver.

**“Lo Nano”: ¿Mediador En La Comunicación o Torre De Babel?:** El creciente interés por la nanotecnología y los debates que suscita, en ocasiones en tono esperanzador, y en otras temeroso [15], ha hecho que el prefijo nano se haya incorporado en la denominación de múltiples áreas, problemas y espacios

de trabajo. Sin embargo, esto ha generado confusión y hay mucha controversia alrededor de la definición [16].

Según *The Royal Society & The Royal Academy of Engineering*, la nanotecnología es el “Diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas, controlando tamaño y forma a escalas nanométricas” [17, p. 5]. A simple vista esta definición parece muy precisa, pero son muchos los actores que no se sienten cubiertos bajo este concepto. Y esto no es trivial, ya que al hacer una distinción, se establece lo que queda por dentro y por fuera de ella. Tiene implícitas formas de organización y acción.

Algunos actores argumentan que la noción que debe utilizarse para este campo es la de nanotecnociencia, para dar cuenta de la relación inseparable entre ciencia y tecnología [18]. Otra denominación usada es la nanología, con el fin de describir la articulación de la ciencia y la tecnología con temáticas de índole ética, ambiental, social y cultural [Ibíd.].

Además de la identificación que tienen los actores asociados a la nanotecnología con las nociones descritas, ellas influyen en las formas como se articulan las redes de vinculación y transferencia. La percepción pública hacia lo “nano” está mediada por todos esos conceptos. Los procesos de comunicación pasan por esa multiplicidad de definiciones.

**La definición de una problemática como espacio de comunicación:** En algunos de los casos estudiados la definición de una problemática a tratar ha sido el punto de partida para la comunicación entre disciplinas y el trabajo conjunto.

En el caso de Nanocitec, el Programa de Cáncer y Nanotecnología ha sido un mecanismo de interesamiento para los investigadores participantes [4]. La comunicación está mediada por los proyectos, a partir de los cuales las disciplinas se articulan mediante un modelo de complementariedad. Bajo éste último cada una hace un aporte sin salirse de su radio de acción [19].

En el Grupo SCVS, el diseño del dispositivo Nanopuente A-V delineó el grupo de trabajo y las disciplinas requeridas [20]. La comunicación entre integrantes está mediada por los planes de trabajo para cada uno de los módulos.

En el caso del CMUA, la línea ha estado ligada a los procesos de formación y de investigación del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes [21].

En el proyecto Nano<sup>2</sup>hybrids, el dispositivo (sensor de gas) es el articulador central de las relaciones entre instituciones y disciplinas [22].

#### 4. ACTORES NACIONALES: MECANISMOS Y TIPO DE DIVULGACIÓN

A los actores nacionales asociados a los casos se les ha realizado seguimiento en diversos espacios y se ha encontrado un interés por la divulgación a público general. Como mecanismos de difusión de los resultados han sido frecuentes las conferencias. Los contenidos de las charlas han girado principalmente alrededor de tres temas: nanotecnología a nivel mundial, avances en los proyectos y beneficios potenciales de estas tecnologías en el país. En esas intervenciones los expositores ponen gran atención en aclarar que están entendiendo por el término de nanotecnología.

Un espacio común de encuentro entre actores de los casos colombianos estudiados fue el NanoForum Colombia 2007, realizado en Bogotá entre el 26 y el 27 de octubre de ese año. Las conferencias presentadas por cada uno de esos grupos se muestran en la tabla 1.

Grupo	Nombre conferencia en Nanoforum Colombia 2007
SCVS	Nanopuente aurículo ventricular: Una propuesta para un nuevo sistema de estimulación cardíaca
Nanocitec	Avances de la nanotecnología en la cura contra el cáncer.
	Nanotecnología en el diagnóstico y tratamiento médico.
CMUA	Colombia, avanzando en nanotecnología.

Tabla 1. Conferencias presentadas en el Nanoforum Colombia 2007 por grupos nacionales estudiados

Por otra parte, varias de las conferencias de divulgación han contado con la presencia de estudiantes de educación básica y actores empresariales. Por ejemplo, el CMUA y Nanocitec han realizado charlas coordinadas por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), dirigidas a niños y profesores de colegio, con el fin de familiarizarlos con esas tecnologías [21].

Por otro lado, esos actores nacionales han llevado a cabo iniciativas en procesos de formación. El CMUA ha generado una línea con varias materias dentro del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes y Nanocitec ofrecerá un curso internacional sobre nanobiosensores conjuntamente con la Universidad Javeriana y la Universidad Santo Tomás, la primera semana de agosto de 2008. El Grupo SCVS ha desarrollado dentro del proyecto del nanopuente un módulo denominado “corazón virtual”, que constituye un soporte en procesos de formación.

Otros mecanismos de construcción de redes de vinculación y transferencia de los actores nacionales han sido las páginas Web y las publicaciones de divulgación. Un ejemplo de éstas últimas, para el caso del Nanopuente-AV, es el artículo publicado en el año 2007 por la revista *Muy Interesante* [6]. En ese texto, el

ingeniero Jorge Reynolds, promotor e investigador del proyecto, explica los desafíos de este desarrollo: “*el reto es dar con materiales que nos permitan construir electrodos con mayor conductividad eléctrica*” [Ibíd. p. 152]. En cuanto a las bondades del nanomarcapasos, el Doctor Jorge León, otro de sus precursores, comenta en la misma publicación: “*Lo interesante de este concepto revolucionario es que el mismo organismo generaría la energía para producir esta estimulación eléctrica...y eso sería permanente. Es una idea muy sencilla, pero muy fisiológica*” [Ibíd.].

Nanocitec también ha adelantado iniciativas de divulgación en medios escritos. Ese centro participó en la coedición del libro “**Nanotecnociencia: Nociones preliminares sobre el universo nanoscópico**” junto con la Asociación Colombiana pro Enseñanza de la Ciencia (Buinaima), Proteus Nanotechnologies (Nanocolombia) y el Consejo Nacional de Nanociencia y Nanotecnología de la IEEE (IEEE-CNNN).

## 5. PROYECTO NANO<sup>2</sup>HYBRIDS: UN “BA” EN LA CO-CREACIÓN DE CONOCIMIENTO

Nonaka y otros autores [23, 24, 25] proponen un enfoque para explicar la dinámica de creación y utilización de conocimiento. Desde su perspectiva ese proceso es dialéctico, por cuanto sintetiza varias contradicciones entre individuos, la organización y el ambiente, con interacciones constantes entre conocimiento tácito y explícito. Esos procesos se dan en un contexto compartido en términos de tiempo, espacio y relaciones entre actores, denominado “Ba”.

Se partirá de la noción de “Ba” para explicar los espacios de comunicación diseñados por el proyecto Nano<sup>2</sup>hybrids. Esa iniciativa, además del desarrollo del sensor, busca la generación de un espacio de diálogo con el público sobre los procesos relacionados con la creación del dispositivo, de tal forma que diversidad de grupos sociales puedan tener un acercamiento al desarrollo científico y tecnológico *en acción* y no como algo terminado. El mecanismo utilizado es una página Web, en la cual publican videodiaris de los investigadores mostrando su experiencia cotidiana dentro del proyecto y aspectos de su vida personal. Este se constituye en un “Ba”, según los términos de Nonaka, porque permite el encuentro de actores: “*la realimentación del público podría influenciar los progresos*” [8].

La página web se constituye también en un objeto que media las relaciones entre actores. Como mecanismo de comunicación y de interesamiento es central en la red de vinculación y transferencia del proyecto que participa en la generación de percepción pública.

Dentro de la información publicada en la página Web se observa que algunos de los investigadores han presentado conferencias sobre el proyecto en eventos académicos, alrededor de áreas fundamentales (Síntesis y caracterización de materiales).

## 6. CONCLUSIONES

En el caso de la nanotecnología, la comunicación está mediada por la definición de ese concepto. Y alrededor de él hay controversias aún no resueltas. Al reconocer el carácter generativo del lenguaje [26], una concepción de nanotecnología puede posibilitar ciertas acciones y limitar otras. Un ejemplo de ello es el acceso a las fuentes de financiación para programas establecidos bajo cierta noción. En ese caso, si lo que un grupo de investigación hace no está incluido en el concepto de nanotecnología que guía el programa, no habría opción de tener acceso a los recursos. Los actores estudiados hacen mucho énfasis en aclarar lo que enmarca el concepto de nanotecnología. En ese sentido las comunicaciones de los actores para generar percepción pública no son triviales. Un actor, a través de sus redes de vinculación y transferencia, puede realizar interesamiento y enrolamiento de actores para hacer parte de su red.

En ámbitos de desarrollo de conocimiento científico y tecnológico, la producción y comunicación son dos partes inseparables. Los casos estudiados de nanotecnología así lo demuestran. En la medida en que los proyectos se dan a conocer, surgen realimentaciones o preguntas que pueden ser útiles para que los grupos y centros avancen.

La nanotecnología en Colombia está convocando multiplicidad de actores, y la comunicación ha sido parte importante de este proceso. Los espacios de divulgación para público no científico hacen que cada vez se conozca más sobre esas tecnologías. Sin embargo, la diversidad de concepciones (nanotecnología, nanología, nanotecnociencia, entre otras) genera actualmente confusiones.

En los casos colombianos estudiados pudo observarse a los actores de los colectivos de investigación de manera directa e interactuar con ellos. Esto reveló mayor información sobre los procesos desarrollados e intereses. Si bien el proyecto Nano<sup>2</sup>hybrids busca presentar en los videos a sus investigadores de la manera más natural posible, no deja de ser un discurso oficial. En este último caso no existe la posibilidad de observar a los actores en otros ámbitos.

La comunicación de conocimiento es un espacio de intersubjetividad [25]. Los proyectos aquí estudiados han tenido en cuenta este punto. Por ejemplo, los videodiaris publicados en la página Web del proyecto Vega utilizan un lenguaje no científico y tratan de

explicar de manera sencilla en qué consiste lo que hacen. Además, al exponer elementos de la vida personal de los investigadores (ejemplo: actividades preferidas en el tiempo libre), buscan generar identidad con el público (“*el investigador es alguien como usted*”). A su vez buscan interesar a nuevos actores (“*la ciencia es divertida, usted también la puede hacer*”).

Otro elemento de intersubjetividad de la comunicación de conocimiento es que los roles de productor y usuario no están dados de manera definitiva. Una pregunta o un nuevo uso de la tecnología convierten al llamado “usuario” en generador de nuevo conocimiento [12]. En los casos estudiados se observa cómo los mecanismos de difusión utilizados por los investigadores en nanotecnología fueron interpretados por los autores del presente artículo como espacios para resolver preguntas de investigación sobre la gestión de conocimiento en ese campo.

Las tecnologías de información y comunicación permiten crear nuevos lugares espaciales-temporales de encuentro (*Ba*) entre quienes trabajan en la generación de conocimiento y otros actores. Son una posibilidad de fortalecer las redes de vinculación y transferencia.

Los procesos de gestión de conocimiento en áreas relacionadas con tecnologías emergentes difieren de aquellos asociados con campos tradicionales. Este trabajo aporta en la comprensión de ese aspecto. Resalta la relevancia que tienen los procesos de comunicación para la creación de redes de vinculación y transferencia, ya que permiten el acercamiento a grupos sociales de interés y generar visibilidad y percepción pública. También muestran los espacios de comunicación como una co-construcción, especialmente cuando participan diversas disciplinas.

La postura tomada en este trabajo ha enfatizado en las realimentaciones e impactos que tienen las interacciones en los grupos y centros de nanotecnología estudiados. Un punto interesante de investigación para profundizar a futuro se relaciona con los efectos producidos en los agentes sociales externos a esos centros y el circuito de gestión de conocimiento que se construye.

## 7. REFERENCIAS

- [1] Orozco, L.A & Chavarro D.A. De historia y sociología de la ciencia a indicadores y redes sociales: Análisis de la biotecnología para el estudio de comunidades científicas en el marco de los programas nacionales de ciencia y tecnología. Villaveces, J.L. & Charum J. (Eds). Bogotá: OCyT, Javegraf, 2006.
- [2] M. Callon, Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuc. En J.M. Iranzo, J.R. Blanco, T.G.d.I. Fe, C. Torres & A. Cotillo (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología* (pp. 259-282). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1995.
- [3] Hullmann, A. “Measuring and assessing the development of nanotechnology” *Scientometrics*, Vol. 70, No.3, 2007, pp. 739-758.
- [4] E. González, Entrevista personal realizada el 27 de Julio de 2007.
- [5] Grupo SCVS. Nanopuente A-V. Recuperado en Enero 20 de 2008 de <http://nanomarcapasos.net/nanopuenteAV.htm>
- [6] A. Posada-Swafford, “La cápsula de la vida: Jorge Reynolds crea el marcapasos de 1 milímetro”. *Muy Interesante* No. 317, Octubre 2007, pp. 148-154.
- [7] CMUA. Micro y Nanotecnología. Recuperado en Febrero 29 de 2008 de <http://cmua.uniandes.edu.co/index.php>.
- [8] C. Ewels, Nano<sup>2</sup>hybrids: A new way to communicate nanoscience. Recuperado en noviembre 16 de 2007 de <http://www.nano2hybrids.net/HOLDING/nano2hybrids/poster/nano2hybrids.pdf>
- [9] S. Wasserman & K. Faust, *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 1999.
- [10] R. Guber, *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2001.
- [11] G. Devereux. *De la ansiedad al método en las ciencias del comportamiento*. México: Siglo XXI Editores, 1977.
- [12] D. Vinck, “Dynamique d’innovation et de conception et rôle des objets intermédiaires”. *Les Supports de la Connaissance : Technologies, Médiatisation, Apprentissage*. Recuperado en febrero 26 de 2008 de <http://gdrtics.u-paris10.fr/pdf/ecoles/sept2006/VINCK.pdf>.
- [13] C. Brassac, P. Fixmer, L. Mondada & D. Vinck, “Interweaving Objects, Gestures, and Talk in Context”. *Mind, Culture and Activity*, Vol. 5, 2008.

- [14] S. Cutcliffe, Ideas, Máquinas y Valores: Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad, México: Anthropos Editorial, 2003.
- [15] N. Invernizzi & G. Foladori, “¿Beneficiarán las nanotecnologías a los países en desarrollo? Enfoques y controversias”. Memorias VI ESOCITE, Bogotá, 9 a 21 de abril de 2006. Recuperado en mayo 3 de 2007 de [http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias\\_ESOCITE\\_PDF/4BRS010.pdf](http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias_ESOCITE_PDF/4BRS010.pdf)
- [16] P. Abate et al, La Question Des Nanotechnologies. Rapport D'étonnement. Institut des Hautes Études pour la Science et la Technologie, 2007.
- [17] The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties, 2004.
- [18] J. Giraldo; E. González & F. Gómez, Nanotecnociencia: Nociones preliminares sobre el universo nanoscópico. Bogotá: Ediciones Buinaima, 2007.
- [19] D. Vinck, Sciences et société: Sociologie du travail scientifique. Paris: Armand Colin, 2007.
- [20] J. Reynolds. Entrevista personal realizada el 19 de Febrero de 2008.
- [21] A. Ávila, Entrevista personal realizada el 3 de marzo de 2008.
- [22] Nano2hybrids. Página web del proyecto. <http://www.nano2hybrids.net/index.php>
- [23] I. Nonaka, “The Knowledge-Creating Company”. Harvard Business Review. November-December, 1991, pp. 96-104.
- [24] I. Nonaka & R. Toyama. “The Knowledge-creating Theory Revisited: Knowledge Creation As A Synthesizing Process”. Knowledge Management Research & Practice, No. 1, 2003, pp. 2-10.
- [25] I. Nonaka & R. Toyama. “The theory of the knowledge-creating firm: subjectivity, objectivity and synthesis”. Industrial and Corporate Change, Vol. 14, No.3, 2005, pp. 419-436.
- [26] R. Echeverría, Ontología del Lenguaje, 6ª Edición, Santiago: Dolmen Ediciones, 2002.