

## **RED TECNOPARQUE SENA: UNA PUERTA TANGIBLE A LA NANOTECNOLOGIA**

### **TECNOPARQUE SENA NETWORK: AN OPEN DOOR TO NANOTECHNOLOGY**

**Maria I. Gaviria, Carolina M. Montoya, Johana A. Gutierrez**

Gestoras línea de Biotecnología y Nanotecnología- Tecnoparque SENA nodo Medellín

(Recibido: Julio/2013. Aceptado: Noviembre/2013)

#### **Resumen**

La Red Tecnoparque es un programa de Innovación del Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA que permite a todos los Colombianos involucrarse de manera significativa en el desarrollo de proyectos en ciencia y tecnología a través de la generación de prototipos con potencial innovador, soportados en diversas áreas del conocimiento incluyendo la nanotecnología; esta disciplina se está consolidando como una importante alternativa para el desarrollo y competitividad de los sectores productivos de nuestro país. En este contexto, el SENA, a través de la Red Tecnoparque, ha creado metodologías que permiten desarrollar de manera flexible, práctica y económica competencias en el manejo de herramientas de nanotecnología como la Microscopía de fuerza atómica (AFM) y la Nanolitografía (NLP), además de conocimientos transversales en emprendimiento y gestión de proyectos. Como resultado de las estrategias implementadas, se ha obtenido un crecimiento de más del 300% en los proyectos acompañados por Tecnoparque nodo Medellín en el periodo 2010-2013 y se han realizados alrededor de 5 eventos de alto impacto para la comunidad en general. Además, se han creado y fortalecido alianzas con destacadas universidades, grupos de investigación y empresas de la región demostrando aplicaciones tangibles de la nanotecnología desde la nanosíntesis de materiales hasta la aplicación de los mismos.

**Palabras clave:** Tecnoparque, SENA, Nanotecnología, Emprendimiento, Innovación, Nanolitografía, Microscopía.

## Abstract

The Network Tecnoparque is a program of Innovation of the National Service of the Learning-SENA that allows all the Colombians to become jumbled of significant way in the development of projects in science and technology through the generation of prototypes with innovating potential, supported in diverse areas of the knowledge including the nanotechnology; this discipline is consolidating like an important alternative for the development and competitiveness of the productive sectors of our country. Against this background, the SENA, through the Network Tecnoparque, has created methodologies that allow to develop of flexible way, practical and economic competitions in the handling of tools of nanotechnology like the Microscopy of atomic force (AFM) and Nanolithography (NLP), in addition to cross-sectional knowledge in emprendimiento and management of projects. Like result of the implemented strategies, a growth has been obtained of but of 300% in the projects accompanied by Tecnoparque Medellín node in period 2010-2013 and they have been made around 5 events of high impact for the community in general. In addition, they have been created and fortified alliances with outstanding universities, groups of investigation and companies of the region demonstrating tangible applications of the nanotechnology from the nanosynthesis of materials to the application of such.

**Keywords:** Tecnoparque, SENA, Nanotechnology, Entrepreneurship, Innovation, Nanolithography, Microscopy.

## Introducción

Es claro que la nanotecnología es uno de los ejes centrales de la revolución científica, ya que representa una alternativa para resolver los grandes problemas de la humanidad en áreas como la biomedicina, el medio ambiente y la emergencia alimentaria [1]. Sin embargo, es evidente que esta es una nueva tecnología con altos costos asociados la cual podría considerarse que solo es asequible a los países con alto nivel de desarrollo; no obstante la globalización y sus exigencias están permitiendo que los países en vías de desarrollo como Colombia tomen conciencia y comprendan que su progreso y competitividad es alcanzable a través de la apuesta por la generación de nuevos conocimiento con este tipo de tecnologías.

Por lo anterior el Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA y su programa de innovación- Red Tecnoparque Colombia pone al servicio de todo el país el uso y el desarrollo de competencias en el manejo de equipos de nanotecnología como Microscopia de fuerza atómica (AFM) y Nanolitografía (NLP) , herramientas tecnológicas que buscan cumplir con los estándares internacionales para el desarrollo de proyectos encaminados a la creación y caracterización de nuevos materiales, que brinden alternativas aplicables al sector productivo.

Vale la pena resaltar que, en los dos últimos años, Tecnoparque nodo Medellín ha acompañado diversas universidades, empresas y grupos de investigación de la región en la comprensión y aplicación de la nanotecnología de manera tangible en temas como síntesis de nano partículas de plata, creación de nanobiosensores, nanomateriales termo resistentes y creación de materiales biocompatibles entre otros. Lo anterior aplicando metodologías de gestión de proyectos propias basadas en estándares internacionales y usando infraestructura de punta.

### **Materiales y Métodos**

La red Tecnoparque Sena cuenta en la actualidad con 15 nodos a nivel nacional ubicados en las principales ciudades del país, de los cuales 5 cuentan con la línea de Nanotecnología, por lo cual están dotados con infraestructura y personal capacitado en el acompañamiento a proyectos de base tecnológica y potencial innovador en esta área. Estas sedes Tecnoparque están ubicadas en ciudades de relevancia económica como: Medellín, Manizales, Pereira, Bogotá, Tolima entre otros; según su ubicación enfocan los desarrollos en nanotecnología a diferentes sectores de la industria o agroindustria, permitiendo el establecimiento de masa crítica en el área Nano.

En las sedes anteriormente mencionadas, el grupo de innovación en la formación profesional integral de la dirección general SENA, realizó un esfuerzo inicial desde el año 2010 para dotarlos de infraestructura amigable pero de punta; además, hasta el día de hoy apoya la ejecución de proyectos no solo por parte de la comunidad SENA sino también para el público externo que se beneficia con la continuidad del programa Red Tecnoparque Colombia.

Los laboratorios de Nanotecnología de la red Tecnoparque SENA están dotados principalmente con equipos básicos para la nanofabricación usando la tecnología DPN (Dip pen Nanolithography) y la caracterización topográfica de materiales a Micro- Nanoescala mediante la técnica de

Microscopía de fuerza atómica (AFM); estos se complementan con la infraestructura básica para el trabajo rutinario de laboratorio y alguna infraestructura extra adquirida mediante proyectos que impacten las necesidades regionales.

### Infraestructura Red Tecnoparque

- *Técnica DPN*

La técnica DPN- Dip-pen nanolithography se ha probado recientemente como una herramienta útil para escribir directamente patrones sobre sustratos diversos [2]. DPN toma elementos de las técnicas de Microscopía de escaneo por sonda-SPM y los aplica para la modificación de superficies a micro y nanoescala con los equipos de la serie NLP. En la realización de patrones por DPN un tip análogo al usado en el Microscopio de fuerza atómica, transporta las moléculas deseadas como monocapas autoensambladas, proteínas, polímeros y materiales inorgánicos y depositarlas en un sustrato vía un menisco de agua que se forma naturalmente según el control de atmósfera del equipo [3].

En la figura 2 se observa como esta tecnología está siendo aplicada a nivel mundial para la funcionalización de materiales en salud, industria y en el desarrollo de biosensores para pruebas diagnósticas.

La Red Tecnoparque cuenta con el equipo de nanolitografía NLP 2000 de la empresa Nanoink, el cual permite realizar nanodeposición de sustancias en una matriz a través de patrones de líneas y puntos.

En la tabla 1 se especifican las características técnicas del equipo y parámetros de interés.

### Microscopía de fuerza atómica

La Microscopía de fuerza atómica es una técnica que ha experimentado un creciente interés en los últimos 10-15 años, dado sus potencialidades como herramienta de análisis de materiales no solo cualitativa sino cuantitativa; un Microscopio de fuerza atómica consiste en un cantilever, un tip, un escaner piezoeléctrico de cuatro posiciones de diodos fotosensibles y un sistema de control. El laser es reflejado desde la parte de atrás del cantilever hacia los cuadrantes del fotodetector y las interacciones entre el tip y la muestra causan una deflexión del cantilever que cambia la posición del laser en el fotodetector creando una imagen topográfica, como se observa en la figura 3.[4]

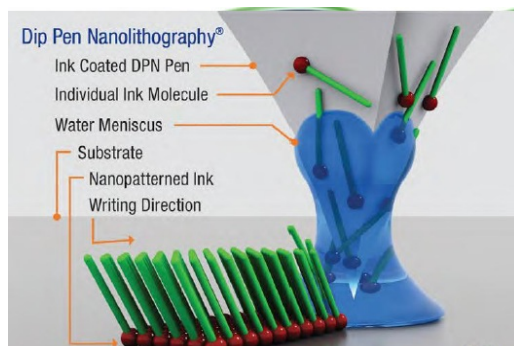


FIGURA 1. Técnica de deposición DPN. [2]

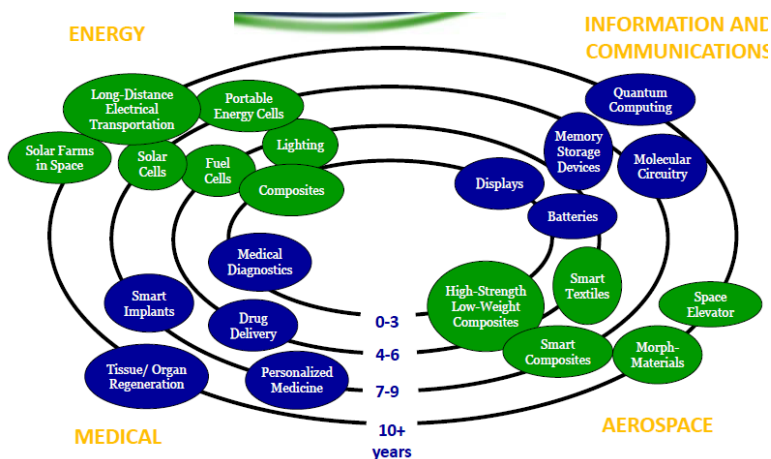


FIGURA 2. Áreas de aplicación de la técnica DPN [4]

Parámetro	Descripción
Resolución máxima patrón	14 nm
Resolución movimiento stages	X/Y: 25nm Z: 75 nm
Control de Temperatura	2°C por debajo del ambiente y 20°C por encima.
Control de humedad	10-90% HR

TABLA 1. Características técnicas del equipo NLP 2000. Fuentes propias. 2013.

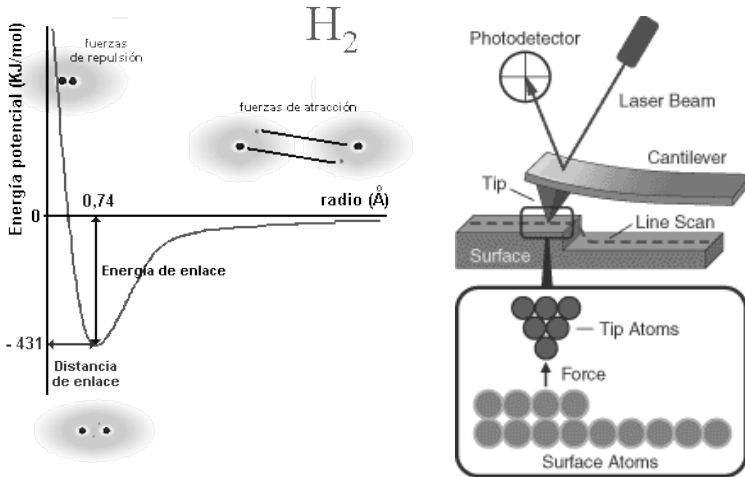


FIGURA 3. Principio de funcionamiento Microscopía de fuerza atómica. [4]

Tecnoparque SENA cuenta con el modelo EasyScan 2 de la empresa Suiza Nanosurf, el cual permite operar en los modos básicos contacto y no contacto, además de aquellos avanzados como Contraste de fase, Espectroscopía entre otros. El EasyScan 2, además posee software para realizar análisis de rugosidad, fuerzas y cuenta con accesorios para evaluar muestras húmedas y aumentar las potencialidades del equipo. Su rango de escaneo va desde 0,1 hasta 100  $\mu\text{m}$ , lo cual permite observar partículas hasta nivel nanométrico.

### *Metodología de proyectos*

Para el acompañamiento de proyectos innovadores en todas sus líneas tecnológicas, incluyendo la nanotecnología, la Red Tecnoparque se apoya en los principios SENA de “*Saber conocer, saber ser y saber hacer*” brindando a sus talentos herramientas para las diferentes fases de su proyecto, así como el acompañamiento técnico y metodológico que requieran. A través de un proceso de selección seguido de una metodología ágil para la identificación y traducción de requerimientos técnicos en función del mercado-ver figura 4-, el talento Tecnoparque logra materializar su proyecto y adquirir competencias técnicas y de emprendimiento en el proceso que podrán derivar a mediano y largo plazo en emprendimientos dinámicos [5].

Una de las primeras etapas para el desarrollo de proyectos en nanotecnología, luego de la formalización y aceptación de las condiciones del acompañamiento, es la planeación del desarrollo; en esta se combina

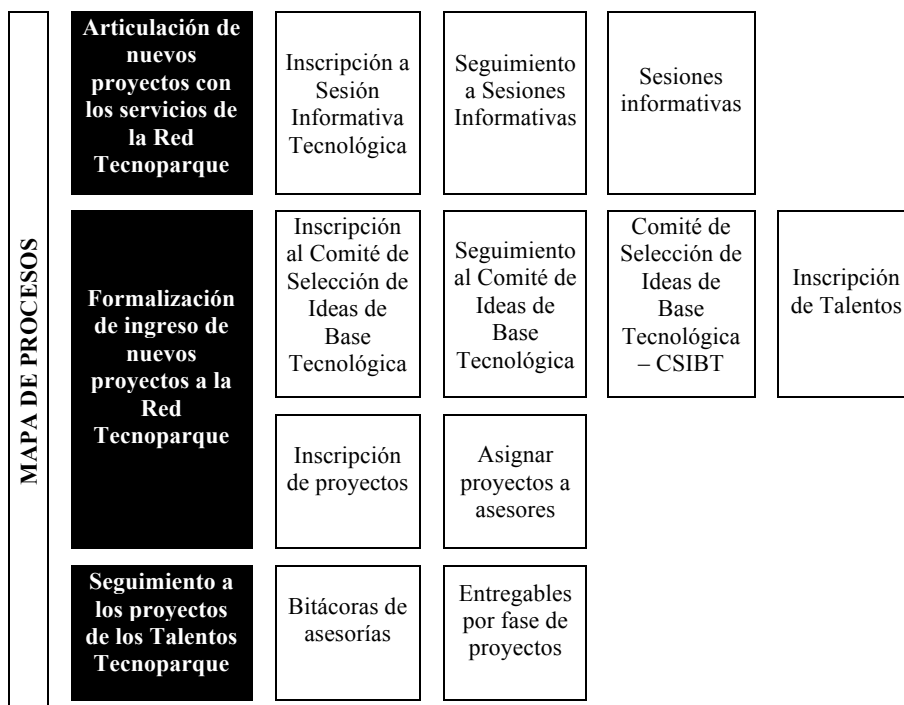


FIGURA 4. Mapa de procesos Red Tecnoparque. [5]

tanto el conocimiento técnico del tema a tratar como una exploración inicial del mercado que permita una situación del talento frente al entorno. Este paso es crítico en los proyectos en Nanotecnología, por ser un área transversal y emergente con grandes potencialidades.

Paralelo a la planeación del proyecto, se le brinda al talento una primera inducción o acercamiento a los equipos de Nanotecnología descritos en el apartado anterior y se le guía en su uso, traduciendo el “Saber conocer” a “Saber hacer”; este se constituye en el factor diferencial y sello Tecnoparque: volver accesible la tecnología de punta a la sociedad. Además y debido a la facilidad de operación de estas tecnologías, se facilitan las transferencias de conocimiento para la población cercana mediante eventos de divulgación tecnológica realizados por Tecnoparque nodo Medellín con la ayuda de expertos académicos en el tema.

Durante la etapa de ejecución del proyecto, el talento Tecnoparque accede constantemente y de forma gratuita a la infraestructura para Nanofabricación y caracterización en compañía de su gestor asignado, además se le motiva para que inicie el proceso de emprendimiento con el Programa Emprendimiento SENA, y poder sacar estos desarrollos al mercado. Durante esta fase, y previo a la culminación del desarrollo, el

talento Tecnoparque deberá retribuir al SENA lo recibido en forma de contenidos de conocimiento; estos contenidos sirven de insumo, junto con las mesas sectoriales y las agremiaciones de expertos, para crear y actualizar programas pertinentes y afines al área de Nanotecnología, proceso en el cual se encuentra la entidad permanentemente.

La infraestructura especializada en micro-nanotecnología de Tecnoparque nodo Medellín se convierte además en un punto de anclaje para las empresas de diversas áreas interesadas en mejorar sus procesos productivos con investigación nanotecnológica, pues pone a su disposición los equipos y toda la red de conocimiento formada alrededor de los mismos.

## **Resultados y Discusión**

### *Resultados de Transferencias de conocimiento*

En la propuesta de innovación SENA, la red Tecnoparque, como respuesta a sus estrategias enfocadas hacia la divulgación de la nanotecnología, ha contado con transferencias de conocimiento desarrolladas por personas beneficiadas de sus servicios y dirigidas a público en general, aprendices SENA, Mypes entre otros.

Estos eventos de transferencia en nanotecnología se han realizado en todo el país, en especial en los nodos que cuentan con la infraestructura de nanotecnología, entre los cuales se pueden resaltar Talleres tales como *el Primer taller teórico práctico de nanotecnología* realizado en el nodo Medellín en el 2011, *Taller de aplicaciones de Nanotecnología* realizado en el nodo Cazucá en el 2012, *Taller de Introducción a la Nanotecnología* realizado en el nodo Pereira, *Primer workshop de Nanotecnología* principios básicos de microscopía electrónica en el nodo Yamboró 2013 y *Workshop aplicaciones de la microscopía de fuerza atómica* realizado en Bogotá en 2013 y que contó con expertos de la empresa Nanosurf de Suiza.

Adicional a los talleres, se han realizado conferencias y conversatorios tales como el *CaféBio* del nodo Medellín, espacio donde el público puede compartir sus conocimientos, avances en el área y construir una red de trabajo colaborativo con personas del área. Otra de las transferencias de conocimiento realizadas por los talentos Tecnoparque al finalizar el desarrollo de sus proyectos son los videotutoriales, herramientas de guía que permiten al público en general y a otros Talentos adaptar técnicas y metodologías que ya han sido estandarizadas; estos videotutoriales están al alcance de todo el público en las redes sociales y la biblioteca virtual SENA.



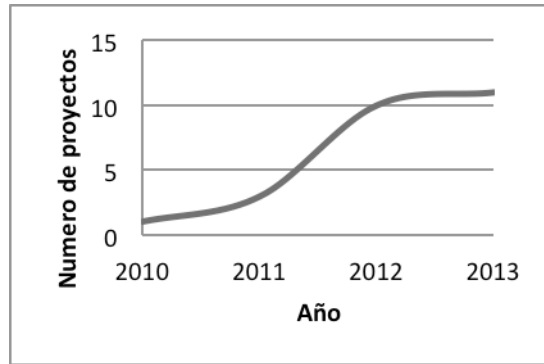


FIGURA 5. Crecimiento de proyectos en Nanotecnología, Tecnoparque SENA nodo Medellín. Fuentes propias (2010-2013)

### *Resultados en el acompañamiento a proyectos*

Desde la creación de la red Tecnoparque en el 2007 y de la línea de nanotecnología del nodo Medellín en el 2010, el crecimiento en el número de proyectos inscritos que están relacionados de alguna forma al tema de la nanotecnología, es una evidencia del avance en el proceso de divulgación y de la formación de la red de trabajo que se ha ido consolidando a lo largo de los años de operación del nodo. Desde la puesta en marcha del laboratorio de Nanotecnología en el 2010 hasta julio de 2013, el número de proyectos inscritos ha ido aumentando así como también su calidad y pertinencia.

Entre los proyectos más significativos que están recibiendo acompañamiento en Tecnoparque cabe resaltar que la mayoría están orientados al sector salud de gran relevancia para nuestra ciudad. Como ejemplo está el trabajo con microesferas de fibrina aplicadas para el cultivo celular y regeneración de tejidos; recubrimientos a superficies de acero inoxidable con proteínas como la albúmina para mejorar su hemocompatibilidad y el uso de nanopartículas de plata producidas a partir de extractos naturales como agentes para liberación controlada de medicamentos y actividad antibacterial. Uno de los proyectos más interesantes es la construcción y caracterización de un biosensor de carácter piezoeléctrico para la detección rápida y temprana de la tuberculosis. Además del sector salud, también se han desarrollado trabajo en eficiencia energética con materiales de interface térmica y en la parte ambiental con la caracterización de biopelículas de interés para el tratamiento terciario de aguas residuales.

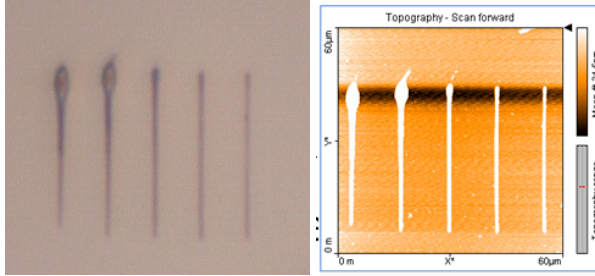


FIGURA 6. Imágenes de NLP 2000 y AFM easyscan que muestran la modificación nanométrica de sustratos biocompatibles para el cultivo de células. Tomada por el talento Tecnoparque SENA Luis Miguel Ballesteros. 2013.

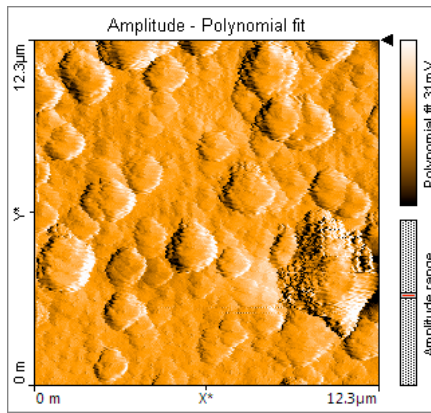


FIGURA 7. Imágenes del AFM easyscan que muestran Nanoparticulas de plata obtenidas a partir de Café. Tomada por Talento Tecnoparque SENA. Lukas

Cada uno de estos proyectos es acompañado por las gestoras Tecnoparque con las competencias en el manejo y técnicas requeridas para su desarrollo.

## Conclusiones

La metodología de desarrollo de proyectos y las diferentes estrategias de divulgación empleadas en la red Tecnoparque SENA, han logrado que la comunidad innovadora y emprendedora se contacte en diversos espacios extra académicos; este trabajo realizado en todos los nodos de la red ha propiciado el debate y las redes de conocimiento lo que permite retribuir a la sociedad todos los beneficios recibidos.

Durante sus seis años de operación la red Tecnoparque SENA ha logrado consolidarse como un espacio acelerador de ideas y proyectos, al tiempo que pone el conocimiento y la tecnología al alcance de todo un país.

## **Agradecimientos**

Las autoras agradecen a la red Tecnoparque Colombia por el apoyo recibido para la gestión y desarrollo de los proyectos mencionados; también de manera muy especial a todos los talentos del nodo Medellín que conforman la red de aliados, por su confianza y constancia en la entidad

## **Referencias**

- [1] OCDE. 2009. Informe de prospección de la Bioeconomía mundial al 2030.
- [2] Wua C, Fanga T, Lin J. 2011. Effect of chain length of self-assembled monolayers in dip-pen nanolithography using molecular dynamics simulations. *Journal of Colloid and Interface Science* 361, 316–320.
- [3] Begnaud L, Lezzi J, Ramm K. 2010. Introduction to nanoscale Science and Technology. Nanoink, inc.
- [4] Gaboriaud F, F. Dufrene Y. 2007. Atomic force microscopy of microbial cells: Application to nanomechanical properties, surface forces and molecular recognition forces. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 54, 10–19.
- [5] <http://tecnoparque.sena.edu.co/sites/tpc/Gesti%C3%B3nProyectos/SitePages/DocumentosGestion.aspx>