

TRANSVERSALIDAD DE LA NANOTECNOLOGÍA EN FORMACIÓN DE INGENIEROS

TRANSVERSALITY OF NANOTECHNOLOGY IN ENGINEERING TRAINING

José Vicente Cordero González¹

Resumen

La nanotecnología es el estudio de las estructuras de los materiales a tamaños muy pequeños, lo que representa un gran avance tecnocientífico que pueden contribuir al mejoramiento de la vida en general. De ahí que el objetivo del estudio es argumentar la transversalidad de la nanotecnología en la formación del ingeniero. Se fundamenta en una investigación de campo con base en los métodos fenomenológico y hermenéutico, teniendo como escenario la Facultad de Ingeniería de la Universidad Bicentennial de Aragua, asumiendo como informantes clave: cuatro estudiantes y cuatro docentes, a los cuales se realizó una entrevista y de la información obtenida, previa categorización, se pudo concluir que la formación en nanotecnología en la UBA es insuficiente, ya que no existen políticas que la promuevan, el plan de estudio de las carreras de ingeniería no se tiene unidades curriculares referidas a la temática y no se cuenta con la tecnología requerida. De ahí que se recomienda incorporar esta temática que favorece la innovación y la vanguardia en la carrera.

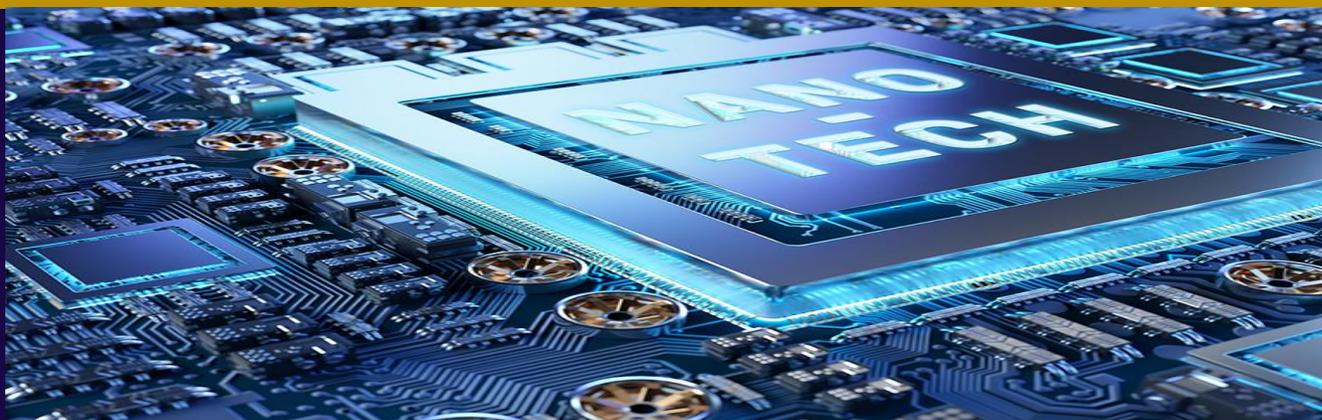
Palabras clave: Formación, Ingeniería, Nanotecnología, Transversalidad.

Abstract

Nanotechnology is the study of the structures of materials at very small sizes, which represents a great techno-scientific advance that can contribute to the improvement of life in general. Hence, the objective of the study is to argue the transversality of nanotechnology in the training of the engineer. It is based on a field investigation based on the method, having as scenario the Faculty of Engineering of the Bicentennial University of Aragua, assuming as key informants: eight students and eight teachers, who were interviewed and the information obtained, prior categorization, it was possible to conclude that training in nanotechnology at the UBA is insufficient, since there are no policies that promote it, the study plan of engineering careers, there are no curricular units related to the subject, there are no with the required technology. Hence, it is recommended to incorporate this theme that favors innovation and the vanguard in the career.

Keywords: Training, Engineering, Nanotechnology, Transversality.

¹ Doctor en Ciencias de la Educación. Director Escuela de Ingeniería Eléctrica UBA.jose.cordero@uba.edu.ve. Orcid 0000-0001-5314-8920



Introducción

Un aporte básico del desarrollo científico tecnológico es el desarrollo de la nanotecnología, que es el diseño, caracterización y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas complejos mediante el control de la forma, el tamaño y las propiedades de la materia. Proporciona las herramientas para diseñar materiales a nivel diminuto, con el potencial de hacer surgir nuevos modelos comerciales, estrategias de fabricación a precios muy reducidos y altamente eficientes para la sociedad.

Lo planteado requiere la formación de la sociedad en general y particularmente de los profesionales y de los ingenieros especialmente. En tal sentido, estas personas deben demostrar que comprenden los conceptos básicos,

principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la nanotecnología, lo que permite interpretar los datos obtenidos mediante medidas manométricas, incluyendo el uso de herramientas informáticas.

La aparición de esta nueva modalidad de apreciar los materiales y dimensiones muy pequeñas, debe constituirse en un eje transversal en la formación de profesionales universitarios. El uso del término transversalidad aparece en la educación a finales del siglo pasado. Sin embargo, ha sido poco entendida en el proceso educativo. La transversalidad en la educación universitaria, en estos tiempos, es considerada importante para afrontar nuevos avances científicos tecnológicos, entre los más recientes la nanotecnología.

El desarrollo de la nanotecnología a nivel internacional tiene mayor impulso en países desarrollados como Estados Unidos, Europa, Japón, China, Corea y Taiwán, ya que cuentan con programa de estudios en el área. No obstante, para países como Brasil y Chile ya están invirtiendo recursos considerables en la investigación y educación en nanotecnología. México se está uniendo a esta tendencia realizando los esfuerzos de crear programa de estudios a nivel de secundaria. Fermín (2017) señaló que el Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas es uno de los promotores de la nanotecnología en Venezuela, señala que para poder pensar en el ingreso del país al mercado internacional deben realizarse una serie de inversiones en el área científica tecnológica, convenios de cooperación con países potencias, más formación educativa, junto a espacios para investigación de ciencia y tecnología.

Sin embargo, en Venezuela todavía el desarrollo nanotecnológico es muy incipiente, de acuerdo con Schönborn, Höst y Palmerius (2015) la población

cuenta con un conocimiento limitado sobre lo nano, no existe una socialización primaria o básica dentro de ciertos estratos de esta, por lo cual no se motiva su afianzamiento masivo en los niveles educativos. Entre los profesionales de ingeniería la situación no es diferente, al respecto Mendoza (2018) destaca que la educación formal en ingeniería a menudo no incluye esta temática en sus planes de estudio.

En Venezuela aún no se ha trazado una política pública destinada al impulso de nanotecnología y el financiamiento de proyectos mediante recursos de LOCTI. Al respecto, García (2017) destaca que colocar a la sociedad en contacto con lo nano requiere del cultivo de la llamada "alfabetización nano" en la que se necesita tomar conciencia de los problemas sociales relacionados al tema, por lo cual hoy su empoderamiento es limitado. La falta de recursos educativos y de recursos económicos, centros de investigación especializados, para llevar a cabo proyectos, que aunque en principio sean de investigación básica, a largo plazo

puedan ser utilizados en ámbitos ingenieriles.

La situación no es diferente en la Universidad Bicentennial de Aragua (UBA) que en sus programas de pregrado en Ingeniería Eléctrica y de Sistemas, no contemplan contenidos programáticos que tomen en cuenta la nanotecnología, más sin embargo si cuentan con asignaturas como procesos básicos del pensamiento, algoritmo genético e introducción a la inteligencia artificial en los cuales se tratan temas relacionados. De ahí que el objetivo del artículo es argumentar la necesidad de incorporar la nanotecnología como eje transversal en la formación del ingeniero.

La transversalidad en educación universitaria puede implicar un cambio paradigmático, permitiendo construir pensamientos innovadores en diferentes momentos, tiempos, lugares, la cual obliga a un plantear un perfil de egresado, que suponga articular competencias profesionales suficientes con rentabilidad en entornos productivos y sociales requeridos.

Revisión de la literatura

En el caso de Venezuela, se presenta una formación universitaria tecnológica de enfoque clásico y tradicional, Valera (2015) al respecto señala que en el caso venezolano cuya sociedad se caracteriza por ser de fachada post modernista con esencia premodernista, urge crear medios pragmáticos y recursos educativos cuyo contenido favorezca procesos formacionales de empoderamientos para convertir avances como la nanotecnología en la cultura científica y tecnológica nacional.

En este aspecto, las universidades deben evaluar su participación en la investigación interdisciplinaria e interinstitucional de las ciencias, matemáticas e ingenierías, para el desarrollo de tecnologías en el nivel de la nanoescala, en las cuales ocurre una convergencia sinérgica de la biotecnología, tecnologías de la información y ciencias del conocimiento, para referirse a estos nuevos campos del conocimiento, en el cual los términos más empleados son los de nanotecnología y nanociencia.

Aunque conceptualmente se puede hacer la diferenciación entre nanociencia dedicada al estudio de las propiedades de los objetos y fenómenos a escala nanométricas y nanotecnología ocupada de la manipulación controlada y producción de objetos materiales, instrumentos, estructuras y sistemas a dicha escala; la divulgación y la formación en ambas está dirigida a todos los sectores de la sociedad. Lo que permitirá la creación de una cultura social alrededor de estas temáticas que podrá ser utilizada por familiares de jóvenes estudiantes de educación preuniversitaria, así como por profesores para la realización una

adecuada orientación vocacional

profesional con el objetivo de promover la elección de carreras universitarias en ciencias e ingeniería.

A nivel de educación universitaria, la formación en nanotecnologías cumplirá su doble papel de formación cultural científica-tecnológica y formación profesional en aquellas especialidades donde estas competencias son un requerimiento básico. Ahora bien, el alcance de este currículo expreso de educación tecnológica, supone los procesos motivacionales para lograr ciertamente convertir la nanotecnología en un referente socio educativo y cultural verdadero y efectivo, como se muestra a en la figura 1, a continuación, donde se presenta un esquema de la educación universitaria en nanotecnología.

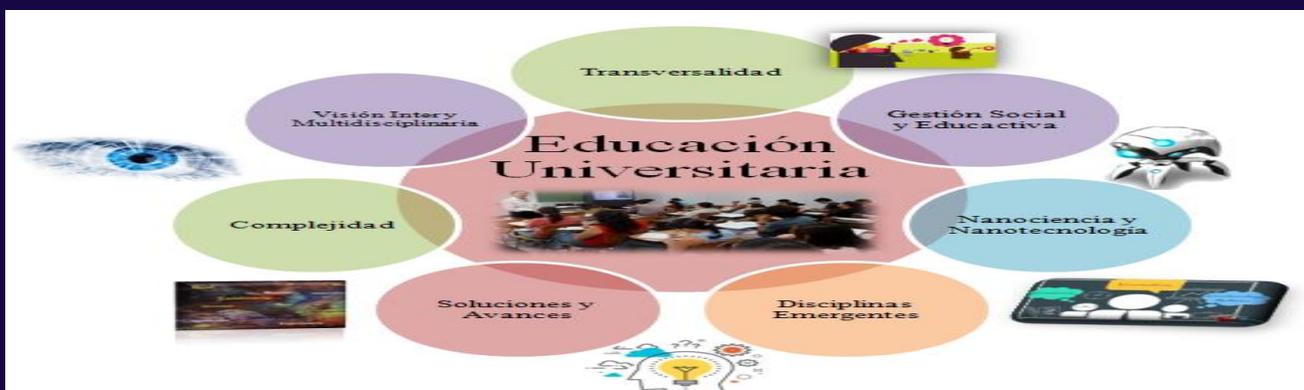


Figura 1: Educación universitaria en nanotecnología

Fuente: Elaboración propia

En este proceso el estudiante universitario a la par de las exigencias contemporáneas de un mundo globalizado, es conocedor de herramientas y métodos que le permitan socializar y gestionar los conocimientos para avanzar en la búsqueda de soluciones a problemas científicos y tecnológicos, donde como plantea la imagen debe existir una transversalidad.

De igual manera, debe asimilar y codificar el conocimiento, definir las relaciones existentes entre los conceptos de un determinado dominio y el área del conocimiento en que se involucra el estudiante en este engranaje de saberes. Así mismo, la complejidad como un método particular de interpretación contribuirá a profundizar todo lo relativo a la nanotecnología como temática emergente y necesaria de conocer en todos los niveles educativos.

La transversalidad se ha convertido en un instrumento articulador que permite interrelacionar, el sector educativo con la familia y la sociedad. En este contexto muchas instituciones vienen formulando

estrategias para la formación integradora. La definición de eje transversal es compleja, de acuerdo a Botero (2013) puede señalarse como el conjunto de instrumentos globalizantes de carácter interdisciplinario que recorren la totalidad de un currículo y en particular la totalidad de las áreas del conocimiento, las disciplinas y los temas con la finalidad de crear condiciones favorables para proporcionar a los estudiantes una mayor formación en determinada área.

Los ejes transversales tienen un carácter globalizante porque atraviesan vinculan y conectan muchas asignaturas del currículo. Lo cual significan que se convierten en instrumentos que recorren asignatura y temas y cumplen el objetivo de tener visión de conjunto. Para García (2014) los ejes transversales se constituyen, entonces, en fundamentos para la práctica pedagógica al integrar los campos del ser, el saber, el hacer y el convivir a través de conceptos, procedimientos, valores y actitudes que orientan el aprendizaje. Desde este punto de vista, la nanotecnología pudiera

constituirse en un eje transversal de la carrera de ingeniería.

Hay que insistir en el hecho, que el enfoque transversal no niega la importancia de las disciplinas, sino que obliga a una interacción interdisciplinar y transdisciplinaria por lo cual es necesario lograr cambios de mentalidad, empezando por cuestionar abiertamente el carácter patrimonialista que facultades, departamentos didácticos y profesores tienen de su área disciplinar, de la que se consideran dueños absolutos. Desde esta perspectiva las universidades deben con prontitud ofrecer estudios superiores, sean profesionalizaciones, pregrados, diplomados y postgrados en materia de nanotecnología.

Desde este punto de vista, la complejidad constituye una perspectiva novedosa en la ciencia contemporánea que implica, en buena medida, un quiebre o discontinuidad en la historia de la ciencia o más precisamente dicho, en la racionalidad científica occidental. El campo de estudios contemporáneos sobre complejidad se ha desarrollado a partir de

dos modos de abordaje distintos: la complejidad restringida y la complejidad general de acuerdo a Morín (2004).

Por un lado, la complejidad restringida, conformada por las llamadas ciencias de la complejidad o ciencias de los sistemas complejos, consiste en una perspectiva que se ha desarrollado notablemente en el mundo anglosajón. Este enfoque puede entenderse como un abordaje fundamentalmente metodológico, técnico y procedimental de la complejidad, basado en la utilización de lenguajes formales, modelos matemáticos y la simulación computacional.

Para Morín (2004) la complejidad general se ha desarrollado principalmente en el mundo franco-latino. Donde este enfoque puede ser definido como una epistemología transdisciplinaria, como una filosofía ético-política de la complejidad, un marco epistémico y una cosmovisión orientada hacia la constitución de un paradigma de complejidad y así llevar a una civilización asentada sobre un desarrollo ético del ser humano. Por su parte, para Maldonado (2007):

Existen dos grandes comprensiones de complejidad, usualmente indiferentes entre sí, distantes incluso, y quizás radicalmente distintas. De un lado, la complejidad como ciencia, y de la otra, la complejidad como método. Resulta más apropiado referirnos a la primera como las ciencias de la complejidad o también, más prudentemente, como el estudio de los sistemas complejos adaptativos.

La nanotecnología se presenta como un área nueva de investigación en el estudio donde convergen diversas ramas del conocimiento que permiten estudiar fenómenos inéditos que ocurren a nivel atómico y molecular. Las transformaciones científicas y tecnológicas demandan de otros paradigmas para instruir las nuevas generaciones de estudiantes, científicos y líderes de la academia. Dada complejidad el término nanotecnología esta abarca un amplio rango de herramientas, técnicas y potenciales e aplicaciones, algunos científicos encuentran más apropiado llamarlas nanotecnologías, donde las disciplinas que convergen en estas se

encuentran la química, la física, la biología, la medicina y la ingeniería, entre otras.

El ingeniero, en su acepción actual, es producto de la modernización de las obras públicas, el estímulo del comercio y de las actividades agrícolas e industriales. Así como la innovación tecnológica que, junto con el fomento de la educación, constituyen los puntos principales del programa que en la realidad permite formar al profesional de la ingeniera. De esta manera la formación de ingenieros se convierte en uno de los instrumentos capitales para el desarrollo.

Para Capote (2016) en las escuelas y facultades a nivel universitario el ingeniero adquiere una formación rica y diversificada, en la que están presentes de forma equilibrada cuatro componentes: la técnica, la ciencia, el arte y el humanismo. Las actividades de estas escuelas ponen de manifiesto lo que, en la segunda mitad del siglo XVIII, se estima que debe ser la actividad propia del ingeniero: concebir y representar las obras que se tiene intención de ejecutar y poner los medios para llevarlas a buen término.

Teniendo en cuenta los elementos anteriores se puede plantear que la Ingeniería surge para dar respuesta a una necesidad social; se distingue la formación del ingeniero por transitar por los siguientes campos de actuación: el diseño, la ejecución, la resolución de problemas prácticos con métodos científicos, la educación basada en la relación teoría práctica con profundas relaciones con la industria y la innovación técnica, El siglo XX estuvo marcado por profundas transformaciones en la vida social, motivado sobre todo por la incidencia que ciencia y tecnología tuvieron en el desarrollo social y para lo cual el ingeniero tuvo un papel fundamental.

En este siglo, la información y la organización se incorporan a los campos de actuación de los ingenieros, cuya creciente importancia para la ingeniería actual es bien potente. Mención especial le corresponde a este tipo de profesional en este siglo XXI, a partir del compromiso que tiene la ingeniería con el ser humano y la sociedad. En este contexto, aparece la nanotecnología como parte de la

posibilidad de utilizar nuevos métodos y nuevas tecnologías que permitan fabricar componentes de dispositivos a escala microscópica.

Esto podría emplear un mayor número de componentes y funcionalidades en los dispositivos electrónicos actuales, que permitiría ir mejorando sus características tanto físicas como de funcionalidad: aumentar la capacidad de procesar y/o almacenar más datos, incrementar la velocidad y optimizar el rendimiento. La nanotecnología es capaz de contribuir en dichas mejoras mediante revestimientos, partículas, películas y nuevas tecnologías. También es relevante en el contexto de la nanotecnología la nueva capacidad para explotar el potencial de la computación cuántica y la electrónica orgánica dentro de las TIC, de acuerdo a Antena Tecnológica (2016).

La iniciativa de desarrollo en Nanotecnología: National Nanotechnology Initiative (NNI, 2014) en Estados Unidos de América; la Estrategia en Nanotecnología en Alberta, en Canadá Alberta Advanced Education and Technology (2007) y en el

Reino Unido para Taylor (2002); la Estrategia para la Nanotecnología, European Commission y la Estrategia de Nanoseguridad en Europa según Savolainen et al (2013) China y Japón establecieron a las nanociencias y nanotecnologías como una de sus cuatro áreas de prioridad en sus planes básicos de desarrollo en ciencia y tecnología.

En los últimos años, la nanotecnología se ha transformado en uno de los más importantes y excitantes campos de vanguardia en Física, Química, Ingeniería y Biología. Resulta que es prometedora en el sentido de que en un futuro cercano proporcionará muchos avances que cambiarán los logros tecnológicos en un amplio campo de aplicaciones de la ingeniería.

Para Wiley (2003) la nanotecnología se basa en reconocer que las partículas con tamaños inferiores a 100 nanómetros (un nanómetro es la milmillonésima parte

de un metro) conceden nuevas propiedades y nuevos comportamientos a las nanoestructuras de los materiales y lo que con estas se construyan. Esto ocurre porque las partículas, son menores que las longitudes características asociadas a un fenómeno particular, frecuentemente manifiestan una nueva química y física en los materiales, lo que lleva a un nuevo comportamiento que depende del tamaño en que se está trabajando.

Así, por ejemplo, se ha observado que la estructura electrónica, la conductividad, la reactividad, la temperatura de fusión y las propiedades mecánicas varían cuando las partículas alcanzan tamaños inferiores a cierto valor crítico a nivel de la ingeniería. Se presenta, a continuación, la tabla 2 de los pensadores e investigadores en nanotecnología, donde se puede detallar algunas de sus principales teorías y sus aportes a la temática.

**Tabla 2
Pensadores e investigadores en nanotecnología**

Autor	Año	Teoría	Principios Aportes a la temática
Richard Feynman	(1959)	Contribuciones a temas como la teoría cuántica de campos, la física de partículas, la física de la materia condensada y la computación cuántica entre otros	Feynman, quien participó en su juventud en el proyecto de creación de la Bomba Atómica, dejó planteado en aquella conferencia sus primeros indicios en lo que hoy se conoce como nanotecnología, por lo que también puede definirse como uno de los primeros científicos que hablaron de este tema.
Michael Faraday	(1857)	Electromagnetismo en 1821 El concepto de campo magnético de la corriente, como conjunto de líneas de fuerza concéntrica.	Faraday procedió a realizar una variedad asombrosa de experimentos con partículas de oro, plata, platino, y muchos otros metales. Con el oro, logró la primera muestra pura de oro coloidal ya que el metal, cuando es dividido en finas partículas que van en tamaños de 10 a 500 nanómetros, puede ser suspendido en agua. Descubrió el oro coloidal "Ruby" demostrando que el oro nanoestructurado bajo ciertas condiciones de luz produce soluciones de diferentes colores
Erik Drexler	(1955)	La Nanotecnología es la habilidad, cada vez más desarrollada, de fabricar materiales y productos con una precisión molecular. Cada átomo está situado específicamente en una posición diseñada de antemano.	Llamado el padre fundador de la nanotecnología, es un ingeniero estadounidense que estableció los principios fundamentales de la ingeniería molecular y las posibilidades de desarrollo de las nanotecnologías avanzadas.
L.V. Radushkevich y V.M.	(1952)	Poseen una teoría donde plasma su primera definición de nanotecnología "el estudio, diseño, creación,	Mostraban una serie de imágenes muy claras de 50 tubos de carbono de diámetro nanométrico en una

Lukyanovich	síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nanoescala.” No obstante, sus primeros aportes científico en nanotecnología son los tubos de carbono de diámetro nanométrico.	publicación, que puede considerarse la primera evidencia de la existencia de nanotubos de carbono, pero que pasó casi inadvertida para los científicos occidentales
--------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia

Metódica

En este aspecto, el paradigma asumido es el pragmático, que plantea que los conocimientos que se generan deben ser con fines prácticos y útiles a algún propósito, lo que implica métodos cualitativos. Por un lado, el fenomenológico cuyo interés se orienta a la determinación del sentido de los fenómenos educativos vividos cotidianamente. También se utilizó la hermenéutica, para atender al significado de experiencias a partir de lo que se expresa desde el escenario del contexto.

La investigación según el método asumido se realizó en tres fases secuenciadas: documental-hermenéutica, etapa de análisis de las políticas y prácticas formativas en nanotecnología en

universidades encargadas de formar a profesionales, lo que exige indagar los fundamentos documentales asociados. De ahí que se asume como técnica la revisión documental.

En la fase de exploración-cualitativa los informantes claves fueron cuatro docentes y cuatro estudiantes de la facultad de ingeniería de la UBA, siendo los criterios de selección para los docentes sin límite de permanencia en la UBA y para los estudiantes que sean regulares. Se emplearon como técnica la observación participante y como instrumento el diario de campo. Se observaron clases de la facultad de ingeniería, en unidades curriculares como: Proceso Básico del Pensamiento, Algoritmo Genético, Introducción a la Inteligencia Artificial.

También se aplicó la técnica de entrevista no estructurada, empleando como instrumento el guion de entrevista, cuya materialidad refleja el contenido de cinco preguntas, escritas flexibles, esta entrevista fue aplicada a un grupo de cuatro estudiantes y cuatro docentes de la facultad de Ingeniería de la Universidad Bicentennial de Aragua. La información, obtenida de la observación y la entrevista, se trató mediante técnicas cualitativas como categorización y estructuración. Se

realizó el proceso de interpretación para comprender el significado de esta, esto condujo al proceso de categorización.

Resultados y Discusión

De la información obtenida de la entrevista emergen cuatro categorías: innovación, política, tecnología de punta y plan de estudio, tal como se muestra en la figura 2, seguidamente.

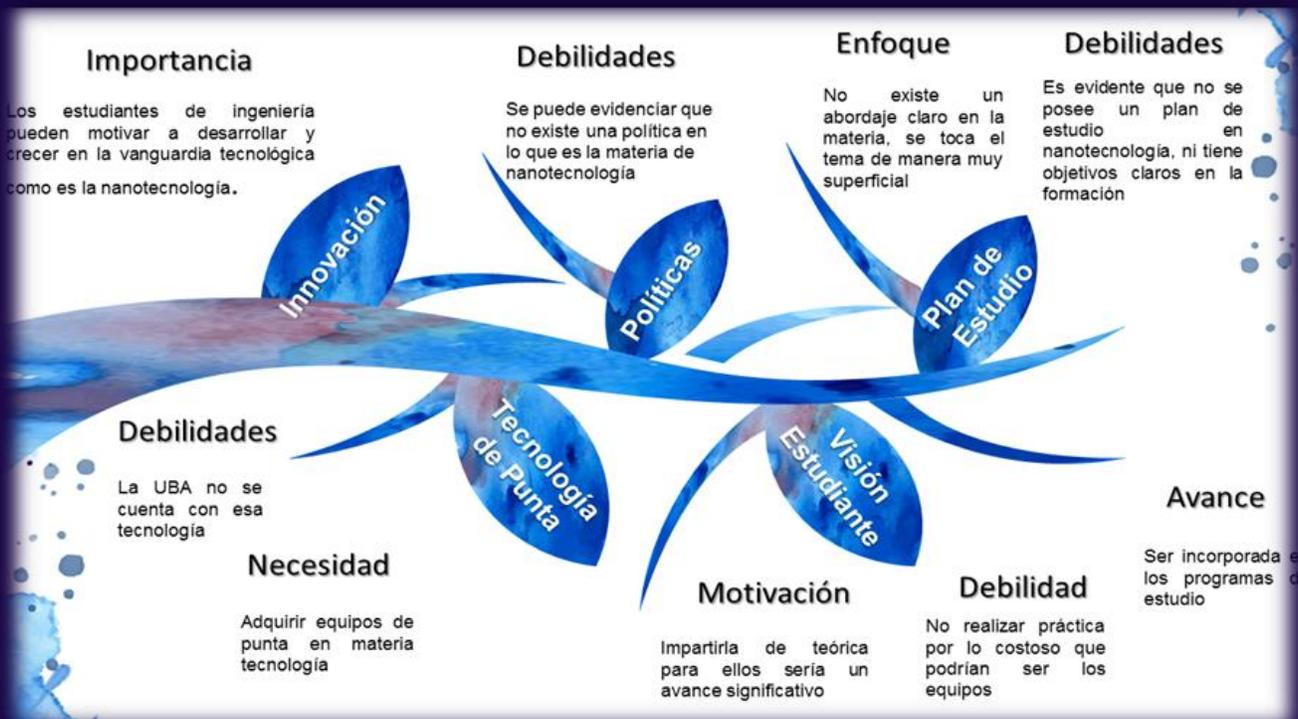


Figura 2. Hallazgos docentes
Fuente: Elaboración propia

Señalan los docentes entrevistados que la formación en nanotecnología coloca a la carrera a la altura de los estándares internacionales, lo que permitirá al ingeniero tener una visión global y puedan solucionar problemas que responden a la sociedad contemporánea. Desde estas perspectivas es comprensible que toda casa de estudio a nivel universitario dinamice la formación en nanotecnología, para que finalmente vaya a la par de las exigencias de una sociedad ya patentada en modelos de medición a escala nanométricas. Los ingenieros deben adquirir tanto el conocimiento teórico como en la práctica para no quedar rezagados como profesionales carentes de inclusión en los saberes emergentes de las nanociencias

En cuanto a la categoría política emergen dos subcategorías: debilidades en cuanto que no existe en la Universidad una política explícita y fortalezas, porque si se están aplicando estrategias que buscan impulsar la nanotecnología. Así mismo consideran que se debe ofrecer herramientas de aprendizaje, en materia

de nanotecnología, creando dispositivos a tamaños manométricos que permitiría una formación científico-tecnológica más sólida en la facultad.

Para Foladori (2016) la mayoría de los países latinoamericanos aplicar políticas a favor de las nanotecnologías como área prioritaria de desarrollo. Por lo que es comprensible que países como Venezuela tengan posibilidad de acceder a dichas políticas públicas que se están dando como un paliativo para producir cambios con la realidad.

En la categoría tecnología de punta, emerge la subcategoría debilidades, por cuanto en la UBA no se cuenta con la tecnología de punta requerida para implementar cambios en la formación de ingenieros en nanotecnología, por lo que se requieren laboratorios o espacios para realizar investigaciones en el área.

En cuanto a la categoría plan de estudio, emergen dos subcategorías: debilidades y enfoque. En relación a la debilidad se observa que el plan de estudio no contempla objetivos claros en materia de nanociencia y nanotecnología, en la

actualidad se forman ingenieros electricistas y de sistemas, pero sin conocimiento alguno de cómo esta tendencia tecnológica transforma cada carrera. Actualmente, la nanotecnología como temas de la inteligencia artificial está inmersa en algunas unidades curriculares.

En la subcategoría enfoque, actualmente se manejan charlas sobre la temática que dieron pasos a ponencias y debates inter escuelas, donde los docentes abordaron la temática desde el punto de vista académico y esto puede fortalecer el conocimiento de los estudiantes en el mundo de la nanociencia y nanotecnología. Según FECYT (2016) los desarrollos y aplicaciones industriales que realiza la nanotecnología a partir de la investigación básica son absolutamente innovadores,

desde nuevos materiales con aplicaciones en distintas disciplinas, hasta dispositivos electrónicos cada vez más diminutos y potentes. Desde la posición del investigador es evidente que la UBA requiere con urgencia del abordaje de la nanotecnología desde una actualización tanto de los planes de estudio y políticas como todo lo que incluya la formación de ingenieros en la actualidad.

Como se puede apreciar la figura 3 en el caso de los estudiantes emergen también cinco categorías: innovación, política, tecnología de punta, plan de estudio y visión del estudiante. En la categoría innovación, emerge una subcategoría, la importancia en cuanto que los avances tecnológicos pueden tener un fuerte impacto en la universidad, en los



Figura 3. Hallazgos Estudiantes.
Fuente: Elaboración propia.

estudiantes de ingeniería y como estos en ese proceso de innovación se pueden motivar a desarrollar y crecer en la vanguardia tecnológica.

Lozano y otros (2008) señala que la ingeniería está innovando en distintas áreas como la textil con telas con propiedades anti-manchas o antiarrugas (nanofibras), donde la nanoingeniería es la práctica de la ingeniería a nivel de nanoescala que está llevando a la innovación de las últimas técnicas. Lo aquí señalado hace pensar que los informantes a ciencia cierta quieren formar parte de esos procesos de cambios que en otros países se están dando en materia de nanotecnología en la carrera de ingeniería.

En cuanto a la categoría política emerge la subcategoría: debilidades en que se puede evidenciar que no existe una política en materia de nanotecnología, preocupante situación ya que es parte de las innovaciones tecnológicas que debe ofrecer una institución universitaria.

En la categoría tecnología de punta, emergen dos subcategorías: debilidades en cuanto que en la UBA no se cuenta con

esa tecnología, coincidiendo en la misma opinión por parte de los docentes. En la segunda subcategoría manifiestan la necesidad de adquirir equipos de punta en materia tecnología. Textualmente lo plantea el informante estudiante 4 quien expresa:

Sé que grandes avances tecnológicos de los últimos tiempos tienen que ver con nanotecnología. La posibilidad de hacer ciencia o en nuestro caso, ingeniería a escala atómica representa sin duda alguna un punto de inflexión en la historia. La oportunidad de adquirir conocimientos relacionados con esta área nos convertiría en profesionales con mucho más alcance dentro del mercado profesional.

En cuanto a la categoría plan de estudio emergen dos subcategorías: debilidades y enfoque. En la primera es evidente que no se posee un plan de estudio en nanotecnología, ni tiene objetivos claros para este momento, también se puede constatar que tanto docentes como estudiantes coinciden que dentro del pensum de ingeniería no contempla una asignatura en materia de

nanotecnología. En cuanto a la subcategoría enfoque no existe un abordaje claro en la materia, se toca el tema de manera muy superficial en conferencias y debates. En la categoría visión de los estudiantes, expresa el informante 2:

A mi entender si sería posible implementar la formación en nanotecnología al menos en la teoría, por las condiciones en las que nos encontramos sería muy complicado realizar prácticas. Me parece que los resultados serían muy positivos, pienso que los estudiantes nos motivaríamos mucho más a estudiar al tener la oportunidad de formarnos (al menos de manera básica) en un tema tan de actualidad.

Queda claro que emergen tres categorías: motivación, debilidad y avance. Para los estudiantes es importante la formación en nanotecnología para su futuro como ingeniero, donde manifiestan que así sea de manera teórica para ellos sería un avance significativo, debido que realizar práctica es complicado por lo costoso que podrían ser los equipos en materia de nanotecnología.

Las experiencias con estudiantes de ingeniería han sido comentadas por La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2016) que ha escogido como tema para una nueva unidad didáctica la nanociencia y la nanotecnología, dos disciplinas emergentes, con un elevado carácter multidisciplinar y con especial relevancia científica y social. No es casualidad que FECYT haya escogido estas disciplinas para una unidad didáctica que se publica en 2009, el Año Europeo de la Creatividad y la Innovación. Hablar de nanociencia y nanotecnología es hablar de innovación.

La ingeniería en nanotecnología o también denominada como nanoingeniería es la ciencia que se encarga de diseñar y desarrollar diversas herramientas en diminutos tamaños los cuales poseen en su interior sistemas más pequeños. Por todo lo aquí planteado se infiere en atención a los hallazgos presentados, que los estudiantes de la UBA tienen clara la idea de su necesidad de ser incorporados a programas de estudio con posibilidad de actualizar conocimientos y egresar como

profesionales con capacidades necesarias para enfrentar retos y desarrollarse en su especialidad con profesionalismo.

Sabiendo que la ingeniería es considerada como una de la más interesante disciplina ya que mezcla las áreas de la física y la química, haciendo mayormente énfasis en esta última. El ingeniero en nanotecnología se encargará de manipular las propiedades químicas de los objetos a escala nano con el fin de descubrir propiedades nuevas o realizar diversos aportes para los avances tecnológicos de esta ciencia.

Conclusiones

Se observa que emergen cinco categorías y doce subcategorías. Lo cual deja entrever que los retos van mucho más allá de simplemente cambiar un plan de estudio con temática innovadora. Representa un cambio total de paradigma a gran escala, tomando en cuenta que se tiene que realizar convenios y adscribir políticas en materia de nanotecnología que puedan de muchas formas dar pie a la consolidación del deseo de los estudiantes en la carrera de ingeniería, que abogan por

cambios trascendentales que le permitan involucrarse en proyectos nanotecnológicos de gran envergadura.

La actualización y la innovación van a ser compleja porque incluso habrá que requerir de ayuda internacional en materia de tecnología de punta; así como el uso de políticas públicas que ya países americanos ha propuesto a otros interesados. No hay duda que todos estos cambios puedan darse en el tiempo actual, debido a que los avances no se detienen y se hace necesario un plan de estudio robustecido por el conocimiento científico, la práctica, el acceso a los recursos y finalmente la incorporación de todo esto al campo laboral.

En la novedad de las tecnologías emergentes radica la necesidad de apresurar la incorporación de estas en el ámbito educativo universitario, esto sin duda representaría la oportunidad de ampliar el campo de la innovación e iniciar el desarrollo de proyectos caracterizados por el abordaje teórico y praxis igualmente innovadores.

El objetivo explícito de la educación universitaria debería ser estimular al máximo el potencial de la capacidad imaginativa y por ende la creatividad de cada estudiante, mediante un entorno educativo que le facilite el acceso al aprendizaje de acuerdo a su preferencia, en la búsqueda de la conformación de una cultura que les permita el diseño de ideas innovadoras, para resolver los problemas relativos al ámbito sociocultural del estudiante.

Se requiere establecer un conjunto de políticas que lleven a la formación en nanotecnología desde un enfoque transversal en la carrera de ingeniería y a futuro en otras carreras. Así como la conformación de un campus virtual donde se puedan desarrollar prácticas en esta materia.

Referencias

- Botero, C. (2013). **Los ejes transversales como instrumento pedagógico para la formación de valores**. Documento en línea. Disponible en: <https://rieoei.org/>
- Capote, G. (2016). **La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria**. Documento en línea. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/>
- Díaz, J. (2017). **Formación en nanotecnologías en educación universitaria de grado y postgrado. Algunas experiencias iberoamericanas**. Tesis Doctoral en Ingeniería Mecánica. Universidad Pontificia Comillas.
- Fermín, J. (2017). **La nanotecnología, una ruta hacia el desarrollo**. Documento en línea. Disponible en: <https://www.quepasa.com.ve/>
- Foladori, G. (2016). **Políticas Públicas en Nanotecnología en América Latina**. Documento en línea. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2016). **Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España**. Documento en línea. Disponible en: <https://www.fecyt.es/>

García, M. (2017). **Perspectivas para la innovación en educación con nanociencia y nanotecnología**. Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Lars, K. (2010). **Agencia Danesa de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Dinamarca –Suecia**

Mendoza, S. (2018). **Nanociencia y nanotecnología en carreras de ingeniería**. Bogotá: Asociación colombiana de Facultades de Ingeniería.

Morin, E. (2004). **Introducción al Pensamiento Complejo**. Barcelona: Gedisa

Schönborn, K., Höst, G., y Palmerius, K. (2015). **Medición de la comprensión de la nanociencia y la nanotecnología: desarrollo y validación del instrumento de nanoconocimiento (NanoKI)**, investigación y práctica de educación química 16(2), 346-354.doi:10.1039/C4RP00241E.

Taylor, J. M. (2002). **Nuevas dimensiones para la fabricación: una estrategia del Reino Unido para la nanotecnología**. Documento en línea. Disponible en: <http://nanotech.law.asu.edu/>

Valera, C. (2015). **Educación, ciencia y tecnología, propuesta en materia de innovaciones tecnológicas en la educación superior venezolana: Su aplicación en la formación de licenciados en Administración**. Valencia: Universidad de Carabobo.