

La nanotecnología: referencias innovativas para la sociedad, la economía y su regulación

The nanotech: you index innovative for the society,
the economy and their regulation

[Recepción: Setiembre de 2015 / Conformidad: Octubre de 2015]

Carlos Eduardo Armas Morales¹

RESUMEN

El presente artículo deviene de una investigación exploratoria cuya finalidad inicial se centraba el conocimiento de la nanotecnología en la comunidad universitaria (UNMSM y otros), lo cual nos permitió documentarnos en los impactos de la nanotecnología en algunos aspectos de la sociedad (pensando en la sociedad peruana) tomando como referencia la salud y la alimentación; así como también las innovaciones que traería consigo en la producción, circulación y comercialización de productos con esta tecnología. Asimismo los cambios que se estarían para la regulación de la nanotecnología para evitar excesos que podrían tener su uso, comercialización y aplicación, entre otras que traería consigo esta forma de innovar.

Palabras clave: Nanotecnología, innovación tecnológica.

1 Doctor en Derecho y Ciencia Política (UNMSM). Ingeniero industrial (UNI). Docente de la Facultad de Ciencias Económicas (Pre y posgrado) UNMSM / Docente Posgrado Facultad de Ingeniería Electrónica. Difusor y autor de dos libros de ciencia y tecnología y derecho.

ABSTRACT

The present article becomes of an exploratory investigation whose initial purpose the knowledge of the nanotech was centered in the university community (UNMSM and other), that which allowed to document us in the impacts of the nanotech in some aspects of the society (thinking of the Peruvian society) taking like reference the health and the feeding; as well as the innovations that it would happen in the production, circulation and commercialization of products with technology. Also the changes that would be gestated for the regulation of the nanotech to avoid excesses that could have their use, commercialization and application, among others that he/she brings get this technology.

Keywords: Nanotech, technological innovation.

1. Introducción

La humanidad de hoy se presenta mas dinámica, y nos ofrece novedosos bienes y servicios generados por el intelecto humano. Esta vez nos ocupamos de las cosas tan pequeñísimas que se miden con el nanómetro, que es la milésima parte de un micrómetro, en consecuencia un nanómetro (nm) en relación con el metro tendrá la expresión matemática de 10^{-9} , a tal punto que si medimos una hormiga de 5 mm tendríamos cinco millones de nm, el grosor o diámetro del pelo de más o menos un milímetro tendrá un 1 millón nm. Es decir, un submundo que colinda metafóricamente con la casi desaparición de la materia, sin ser desde luego cierto², ya que la disciplina de la nanotecnología o el tratamiento de lo pequeñísimo por la tecnología es de un orden nanocósmico muy complejo y de propiedades diferenciadas con el mundo normal de los objetos o cosas comunes, lo que nos impulsa ha evaluar esta tecnología al servicio, desde luego, del hombre. Si no, veamos lo que expresa Navarro:

2 Son diversos conceptos de nanotecnología, así de manera simple puede ser la integración de varias disciplinas científicas (“interciencias”) que, utilizando la ciencia y tecnología, trabaja a nanoescala, es decir manipula las moléculas y átomos para fabricar o producir diversas máquinas o procesos. Es decir, no proviene de una sola disciplina sino de varias, por eso algunos especialistas encuentran difícil de definir a tal punto que expresan que se ha cambiado de nombre a la electrónica, óptica y biotecnología a nanoelectrónica, nanoóptica y nanobiotecnología. Ello esta expresado en la literatura de diversos autores.

“Entre las aplicaciones más prometedoras de la nanotecnología molecular...están: resolver los problemas que más preocupan a la humanidad, entre otros, la escasez de agua, la obtención de nuevas fuentes de energía y cómo cerrar el agujero de la capa de ozono” (Navarro 2011)³.

Por otro lado, el mundo tecnológico recién comienza a mostrar con más frecuencia la unificación de las tecnologías, técnicas y procedimientos de diversas investigaciones, lo que nos permite encaminar lo obsoleto de remarcar las fronteras disciplinarias; y más bien, es la tendencia actual la convergencia entre disciplinas y técnicas de investigación científica, que muchas veces no sabemos diferenciarlas “al introducir una nueva nanopartícula a una célula” (Standage at el. 2008, p. 327), o también incrustar un nanochip con elementos nanotecnológicos en las pastillas farmacológicas que actúan como transporte, sin poder vislumbrar si estamos aplicando medicina nanotecnológica o la medicina digital; lo cual involucra transformar los funcionalidad de las disciplinas científicas para su aplicación eficiente, teniendo en cuenta “las aplicaciones de la nanotecnología las tenemos en todas las especialidades, los esfuerzos de hoy son descubrir áreas nuevas y trabajar en conjunto” (Navarro 2011).

Para finalizar esta introducción agregamos que el trabajo de campo de este estudio exploratorio lo realizaron los alumnos del curso de Introducción a la Ciencia (ciclo y año 2014-I), de la especialidad de Economía Internacional⁴, en el ámbito netamente académico, dada la alta especialización (en su mayoría docentes y alumnos de UNMSM y profesionales ligados o no a la nanotecnología), para saber en cierta medida el grado de conocimientos y desarrollo de la nanotecnología en estos ámbitos. De una muestra para conocer el grado de conocimiento del tema nanotecnología, solo el 15% tenía pleno conocimiento del tema. Otra pregunta en relación con que si consideraba a la nanotecnología como beneficiosa para el Perú, un porcentaje de 28% indica que sí. Lo que nos permite deducir como resultado inmediato, al menos en lo que respecta a la proyección de esta muestra y a nuestra manera de ver, la escasa difusión del tema más allá del ámbito especializado (ingeniería o áreas netamente de ciencias) tal como la economía. Asimismo, convoca a la realización de estudios de investigación interdisciplinarios y de mayor complejidad en el futuro, pensando en el desarrollo del país

3 Navarro A. La nanotecnología. Ciencia Revista de Post-Doctorado Universidad Alas Peruanas. Febrero 2011, Volumen I No. 1 Fondo Editorial UAP. Lima. p. 24-25

4 Víctor Huaranga, Fabiola Pérez y Rebeca Zedano (estudiantes de la Escuela de Economía Internacional).

y aprovechando los impactos en la innovación que presenta esta área tecnológica, que, de acuerdo a tratadistas especializados, pertenece a las denominadas altas tecnologías.

2. La aplicación de nanotecnologías a servicios de salud y alimentación de la sociedad⁵

Lo pequeño a escala no visible para las personas sustentan herramientas, equipos, procesos -muchas veces indiferenciados-, lo que trae consigo una revolución en su concepción, tal como la nanotecnología farmacológica, que nos ofrece medicinas para aplicaciones en la salud humana, que no son medicinas tradicionales para sanar las partes de nuestra estructura somática cuando estamos enfermos, sino otro tipo de procesos inéditos que conjugan grados adecuados de inteligencia, tal como los robots nanotecnológicos, que, siendo introducidos por ciertas técnicas en nuestro cuerpo, “limpian” de las moléculas “malignas” anidadas en nuestro cuerpo y eliminan enfermedades. Generarán, a no dudarlo, un reajuste en la regulación de las medicinas en los países.

En esta línea tecnológica, se posibilita la fabricación de instrumentos de diagnóstico de enfermedades, que luego de ser introducidos en el cuerpo humano y direccionados a las células, detectan, analizan y pueden tratar a estas células enfermas, e incluso pueden permanecer en el interior del cuerpo humano, resguardando, cuales fieles guardianes, el ingreso de elementos nocivos que infecten a nuestras células sanas.

Desde otro ángulo normativo, los clásicos medicamentos farmacológicos están regulados por la autoridad de salud correspondiente a través del sistema común⁶, en el

5 La nanotecnología fue definida por primera vez por Norio Taniguchi, profesor emérito de la Tokyo Science University, expresando que consiste en el proceso de separación, consolidación y deformación de materiales por un átomo o una molécula.

6 La Ley de los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios N.° 29459, publicada en noviembre de 2009, orienta la regulación de estos productos sustituyendo al Capítulo III de la Ley General de Salud N.° 26842. A través de esta Ley se ha modificado los aspectos más cuestionados en la Ley N.° 26842, al establecer requisitos para solicitar el registro sanitario de productos farmacéuticos que son necesarios para garantizar su eficacia, seguridad y calidad, incluyendo también los plazos necesarios para su evaluación y que el costo de la tasa por registro sanitario sea en función de lo que implique otorgar dicho registro, lo cual incluye también las actividades de control y vigilancia sanitaria. Así mismo, restablece la exigencia de la autorización sanitaria de funcionamiento, previa al inicio de las actividades, previa inspección para verificar el cumplimiento de los dispositivos legales vigentes. La Ley incorpora también tres capítulos específicos sobre acceso, uso racional de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios, así como un capítulo de investigación (Rev Peru Med Exp Salud Publica.

caso de los medicamentos inteligentes producidos y organizados por la nanotecnología, al fin y al cabo, medicamentos para sanar y aliviar la salud de las personas, estos obedecen a parámetros de distinta naturaleza (igual ocurre con las medicinas biológicas que son elaborados desde organismo vivos y con ingeniería genética, y cuya ley 29459 las menciona dentro de la clasificación de productos farmacéuticos, pero que necesitan normas específicas para evitar riesgos para el paciente), por lo que creemos no sería conveniente regularlo por el sistema de los fármacos químicos.

“La nanotecnología enlaza elementos cuasi inteligentes cuyas fallas o nocividad están sujetos a otros formatos que enervan riesgos mayores como la creación e industrialización de sistemas de replicación indiscriminados que arrasaría tanto moléculas sanas como enfermas, produciendo un aniquilamiento masivo de todo sistema biológico, arrasando como una epidemia a las colectividades humanas, siendo esta situación denominada la peste gris, surgiendo a raíz de esta situación grupos anti-nanotecnológicos que hacen llamados a una moratoria total del uso de nanopartículas sintéticas” (Standage et al., p.318).

Argumentando, más aún, que si fallaran por un mal diseño de su proceso o alguna alteración no prevista, surgiría la pregunta ¿quién es el responsable?, ¿el laboratorio?, ¿el científico médico? o ¿el inventor del nanofármaco? He ahí un primer problema legal nanotecnológico que tenemos que evaluar y plantear soluciones, distinto al sistema tradicional, sin embargo se debe responder a esta necesidad humana que incumbe al derecho a la salud.

De otro lado existen nanoestructuras con propiedades funcionales que determinan procesos como gelatinización, estabilización y emulsiones alimenticias, entre otros procesos que inciden en el valor nutricional de los alimentos⁷. Lógicamente, un mayor estudio y conocimiento de la naturaleza de las nanoestructuras presentes en los alimentos permitirá mejorar los criterios de selección de las materias primas y la

2009; 26(4): 517-29). Víctor Dongo Médico, Director General de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas, Ministerio de Salud. Lima, Perú (Simposio: Política de medicamentos).

7 La UNMSM (Facultad de Farmacia y Bioquímica) refiere que la farmacia es la profesión del medicamento, el alimento y el tóxico y la cada vez mayor importancia en estos tres bastiones en la vida del ser humano y para estar en concordancia de nuestro rol académico y de servicio a la sociedad, se ha creado además de la Escuela de Farmacia y Bioquímica las especialidades de Ciencia de los Alimentos Toxicología con R.R. N° 02058-R-08, esperemos que aborden en el Perú estas especialidades con las bondades de la nanotecnología.

calidad e inocuidad de los alimentos, lo que nos permite remitirnos a las regulaciones de la toxicidad e inocuidad de los alimentos, que son otras vertientes que igualmente debemos asumir, en función de la salud en tiempos y usos de la nanotecnología.

Como complemento alimenticio, la nanotecnología también se usa como nanotransportador o nanomaterial para mejorar la absorción y biodisponibilidad de sustancias nutritivas agregadas, como vitaminas, nutrientes y minerales, que igualmente necesitan regulaciones novedosas. Asimismo, la nanotecnología, en función de los alimentos, conlleva tener en cuenta los recubrimientos nanoestructurados que son usados como material de embalaje -tomando la referencia del mundo newtoniano- para evitar que se escapen los fluidos gaseosos necesarios para la conservación de los alimentos o productos alimenticios, que incluso pueden ser nanomateriales con propiedades antimicrobianas, o pueden utilizar sensores que detecten la contaminación bacteriana y también dispuestos a eliminarlos cuando sea irremediable. Ello, como en los casos anteriores, apunta a formular normativa novedosa para el buen uso nanotecnológico en los alimentos⁸.

3. Algunas innovaciones de los sistemas de producción y comercialización en la economía

La nanotecnología apunta al diseño, producción, circulación y distribución de productos nanotecnológicos, para satisfacer necesidades de la sociedad del futuro. Involucran estos productos -de esencia científica tecnológica de última generación- la manipulación de esencias orgánicas e inorgánicas en la dimensión atómica o molecular, que permite la fabricación de materiales novedosos y procedimientos inéditos que se enmarcan dentro de estas magnitudes nanométricas; aspectos que deben ser difundidos a diversas profesionalizaciones inherentes a esta nueva forma de producir los bienes y servicios, siendo más, es una necesidad para los profesionales de la economía, según lo considera Aranaga en su informe sobre la demanda internacional en el documento: "PROPUESTA DE CAMBIO PARA LOGRAR EL AUTÉNTICO PROFESIONAL EN

8 Los avances en el campo de la nanotecnología incidirán de manera más o menos directa en la industria alimentaria y podrán aplicarse de diversas maneras en los productos de consumo, según los expertos en el sector. La tecnología, que ya se está aplicando en el envasado de los alimentos, precisa, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), que se evalúen los posibles riesgos sanitarios y ambientales de los nanomateriales antes de incorporarlos a los alimentos y que se formule y aplique una estrategia de comunicación sobre la nanotecnología y los alimentos.

INGENIERÍA ECONÓMICA, se ha intensificado una tercera revolución industrial con los nanomateriales, los materiales piezoeléctricos, materiales magnetostrictivos y otros”(Aranaga 2013).

La nanociencia, que sustenta la nanotecnología, pertenece a una especie de supratecnología emergente y que se alzaprima en el presente siglo y el venidero como una tecnología transversal convergente, en comparsa disciplinaria con otras, como la física cuántica, la biología molecular, las ciencias computacionales, la ingeniería genética, etc., por tanto, en capacidad de revolucionar, además de la ciencia y la tecnología, las relaciones sociales y económicas, dado que sus productos son innovaciones para la medicina humana, la biotecnología, la agricultura, la industria manufacturera, las ciencias de los materiales, la industria espacial y farmacológica, entre otras presentes y futuras creaciones nanotecnológicas para escenarios terrícolas y extraterrestres, esto último cuando se haya conquistado Marte, la Luna, entre otros planetas.

Los cambios que producen estos fenómenos acicalan impactos cualitativos en los sistemas. Ello nos lleva al estudio de las pequeñas sustancias que, a nivel nano, sustentado por el mundo cuántico, anidan cualidades y consecuencias⁹ diferentes a los que se dan en el mundo real métrico, lo que nos inspira a considerar la próxima neo revolución transversal que será dada por la nanotecnología como disciplina científica que conllevará el fenómeno de la nanomaterialización de bienes y productos del mundo comercial y doméstico.

Es por eso que constituye una disciplina tecnológica fundamental dentro de las innovaciones tecnológicas del futuro para los países, puesto que será una despensa de bienes y productos en un mercado nano, que desplazará a las de tecnología y mercado métrico, que desde luego impactará en las relaciones socioeconómicas y hasta la eco-

9 MADRID (Neoteo) La noticia ha conseguido sorprender a más de cuatro físicos. Un grupo de científicos del Instituto de Óptica Cuántica de la Universidad de Viena, dirigidos por Xiao-song Ma, ha conseguido algo que -hasta ahora- solo parecía posible en la ficción: cambiaron, desde el presente, un evento del pasado. Antes de que sigas leyendo tenemos que advertirte que se trata de un trabajo efectuado sobre partículas subatómicas, y que -hasta donde sabemos- es imposible de reproducir sobre eventos que involucren objetos macroscópicos, por lo que aquello de modificar el pasado para que no exista tu abuelo o cualquier otra situación paradójica queda fuera del alcance de este experimento. Sin embargo, se trata de un avance importantísimo para la ciencia, con aplicaciones prácticas en dispositivos como los ordenadores cuánticos, que ha sido calificado como “radical” por la comunidad de físicos. Recuperado el 28 de julio del 2012 (<http://www.urgente24.com/198650-cientificos-logran-viajar-al-pasado> 21 junio 2012).

nomía misma, dado que las primeras lo superarán en productividad y competitividad, lo que desde luego gestará nuevos modelos de negocios, técnicas de marketing y logísticas diferentes a nivel empresarial nacional e internacional, así como desplazamientos de los empleos y el capital, entre otros aspectos macroeconómicos, que subyacen con un protagonismo de la posmaterialidad métrica, que contribuirá a la globalización y el conocimiento, impactando en la transformación de la sociedad y la economía global e interplanetaria que se generará en la futuridad.

4. La regulación de la nanotecnología

La manipulación de este mundo casi infinitesimal, como es la nanotecnología, involucra tener en cuenta los desarrollos de la investigación tecnológica en esta materia y su comercio¹⁰, de tal manera que se pueda y deba armonizar una legalidad o regulación en función del beneficio de la sociedad, sea que esta se genere en un país desarrollado o no, teniendo en cuenta en que estos últimos países, y según Standage, "... están inquietos para mantener el acceso a esta tecnología, señalando la carrera actual para comprar derechos a sectores claves de nanotecnología con la esperanza de hacerse futuras patentes valiosas" (Standage 2008, p. 319) o a aprender a crearlas, concordando las necesidades humanas y la orientación comercial del mercado.

10 Solo 25 investigadores aplican nanotecnología en el Perú. En comunidades campesinas realizan proyectos para descontaminar agua. Esta disciplina no figura en currículos de pregrado en las universidades. Pese a que en los últimos tiempos las noticias informan casi a diario sobre los adelantos en el campo de la nanotecnología en el mundo, en el Perú muy poco es lo que se hace en esta disciplina científica, que para muchos países ya representa una de sus principales herramientas de desarrollo. Recuperado el 12 de enero del 2012 en <http://elcomercio.pe/edicionimpresa/html/2008-04-23/solo-25-investigadores-aplican-nanotecnologia.html>. En el diario La República del sábado 07 de enero del año 2012, se publica una interesante crónica acerca del rol de la nanotecnología en la limpieza y purificación de las aguas contaminadas. Se informa que el ingeniero Óscar Perales utiliza componentes de neumáticos triturados como aislantes; es decir, poniendo en práctica los conocimientos sistematizados por la nanotecnología. Mediante este procedimiento se logra descontaminar las aguas residuales de una manera más eficiente y así se contribuye a la protección del medio ambiente. Recuperado el 12 de marzo del 2012 de <http://hoy.pe/columnistas/la-nanotecnologia-y-las-aguas-contaminadas> febrero - 2 - 2012-subio a esta web). Recientemente el INDECOPI premió como finalista un trabajo de investigación "Procedimientos para la síntesis rápida de nanocobre vía microondas ultrasonido estabilizado con oligómeros tipo tereftalato de bis2-hidroxiétilo", realizado por los químicos Juan Arroyo Cuyubamba y Aldo Guzmán Duxtan y el estudiante Henry Cárcamo de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM (Revista San Marcos al Día" No. 253 11/12/2012 al 21/01/2013).

De otro lado, creemos que la regulación nanotecnológica anida dos consecuencias en la sociedad, tanto por su escasez o deficiencias en la legislación, así como también por ser excesiva y formalista; en lo primero habiendo vacíos legales, podría dar lugar a abusos del derecho, y en lo segundo, una excesiva regulación legislativa permita que las empresas prefieran no cumplir la ley porque le es más rentable así, creando situaciones ilícitas, tal como el contrabando. De esta manera, habiendo demanda, engendrarán un mercado negro, donde se preferirá infringir la ley antes que acatarla.

Finalmente, podemos indicar que la nanotecnología, de hecho, trae magníficos parabienes para el hombre, pero igualmente requiere de nuevas formulaciones jurídicas, no sin antes tener en cuenta la necesidad de difundir estos impactos en la colectividad (cultura nanotecnológica), ya que ello determinará una mejor concepción del sistema normativo a generarse en el futuro por sus usos y aplicaciones.

5. Conclusiones

- a) Es perentorio que los países no desarrollados -donde incluimos al Perú- generen por lo menos una línea de investigación nanotecnológica como lo están haciendo otros países, tal como Cuba, que ha considerado en su plan nacional a la nanotecnología como la "...estrategia para unirse a las naciones líderes de la región latinoamericana en el periodo 2015 -2020" (Castro, sin fecha publicación), lo que involucraría hacer un balance serio en la necesidad de introducir la nanotecnología, en función del beneficio de la colectividad en general, teniendo en cuenta que estas tecnologías no podrán en el futuro eludir los sistemas de mercantilización del empresariado transnacional, multinacional o global, e incluso nacional, impulsados por intereses foráneos y rentistas¹¹.

11 Algunos países en vías de desarrollo ya destinan importantes recursos a la investigación en nanotecnología. La nanomedicina es una de las áreas que más puede contribuir al avance sostenible del Tercer Mundo, proporcionando nuevos métodos de diagnóstico y cribaje de enfermedades, mejores sistemas para la administración de fármacos y herramientas para la monitorización de algunos parámetros biológicos. Actualmente, alrededor de 40 laboratorios en todo el mundo canalizan grandes cantidades de dinero para la investigación en nanotecnología. Unas 300 empresas tienen el término "nano" en su nombre, aunque todavía hay muy pocos productos en el mercado. Algunos gigantes del mundo informático como IBM, Hewlett-Packard (HP), NEC e Intel, y de cosmética como L'Oréal, están invirtiendo cientos de millones de dólares al año en el tema. Los gobiernos del Primer Mundo también se han tomado el tema muy en serio, con el claro liderazgo del gobierno estadounidense, que para este año ha destinado 570 millones de dólares a su National Nanotechnology Initiative Nanotecnología. Recuperado el 28 de julio 2012 en <http://www.euribor.com.es/2010/10/05/nanotecnologia-la-proxima-burbuja-esta-naciendo/...>

- b) La nanotecnología es un tema muy especial que generará polémicas en la creación de un orden regulatorio médico o farmacológico, porque la normativa actual es aplicable a los medicamentos de la tecnología farmacológica, por lo que en el futuro se debe estructurar un nuevo formato regulatorio en el ámbito medicinal nanotecnológico que permita su producción y comercialización en forma viable.
- c) La igualdad de derechos para acceder a un fármaco nanotecnológico dará lugar a ciertas contradichos entre grupos sociales, pues su adquisición podría ser muy onerosa y su accesibilidad sería permisible solo a ciertos grupos sociales, coligándose desigualdades que podrían terminar en una lógica discriminatoria y atentatoria a los derechos fundamentales de la persona.
- d) Una reflexión profunda de esta temática conlleva expresarnos que los extremos son propicios para lograr revoluciones, cambios cualitativos. Siendo así, la nanotecnología, por sus dimensiones cuantitativas mínimas o nanoestructuras –y pese a su naturaleza cuántica-, ha logrado cambios en la macroestructura (mecánica newtoniana), debido a que anidan nuevas cualidades o cualidades diferentes al estadio macroestructural. Estas diferencias nos retrotraen a explorar desde otra versión, la simbiosis: tecnología y derecho (regulación), en la impronta de la armonía legal regulatoria en un mundo de nanoestructuras que engendrará sistemas y esquemas regulatorios legislativos inéditos y diferentes al acostumbrado mundo macromaterial, en el afán de resguardar relaciones jurídicas y comerciales que se darán en el futuro, cuando el mundo de productos nanométricos alcance la madurez. Así tendríamos que enlazar relaciones jurídicas de las personas en relación con bienes y servicios de catadura nanotecnológica inherente a propiedad intelectual (impactos económicos), integridad física y mental de implantes nanotecnológicos, etc., entre otros aspectos del mundo nanotecnológico futurible.

6. Referencias bibliográficas

Castro Díaz, F. El UNIVERSAL mx CIENCIA recuperado el 31 de enero del 2013 <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/7354o.html>.

Navarro, A. (2011). La nanotecnología. Revista de Post Doctoral Universidad Alas Peruanas. Volumen I N° 1, p. 24-25.

Carlos E. Armas Morales

Standage, T y otros (2008). El futuro de la Tecnología. Edición The economist Colección Negocios Buenos Aires.

“Propuesta de cambio para lograr el autentico profesional en ingeniería económica”
11 de Enero del 2013, coordinada por el Dr. Fernando Aranaga Manrique Director de Escuela profesional de Ingeniería Económica UNI “la nanotecnología: una neorevolución para la sociedad y la economía”.