



LA NANOTECNOLOGIA EN JAPON Y SU IMPACTO EN EL ECUADOR

Guido Poveda Burgos¹

Docente Investigador
Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
guido.povedabu@ug.edu.ec

Jean Carlos Castro García²

Estudiante
Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
Jean.castroga@ug.edu.ec

Angélica Selena Betancourt Vera³

Estudiante
Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
angelica.betancourt@ug.edu.ec

Franchesca Yuliana Murillo Erazo⁴

Estudiante
Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
franchesca.murilloe@ug.edu.ec

Jéssica Marisol Gualli Lema⁵

Estudiante
Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
jessica.guallil@ug.edu.ec

María Fernanda Álava Arreaga⁶

Estudiante
Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
maria.alavaa@ug.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Guido Poveda Burgos, Jean Carlos Castro García, Angélica Selena Betancourt Vera, Franchesca Yuliana Murillo Erazo, Jéssica Marisol Gualli Lema y María Fernanda Álava Arreaga (2016): "La Nanotecnología en Japón y su impacto en el Ecuador", Revista Observatorio Iberoamericano de la Economía y la Sociedad del Japón (septiembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/japon/27/nanotecnología.html>

Resumen: La nanotecnología llega y son los hombres y mujeres, quienes deben desarrollar y gestionar el avance que traerá. Se define nanotecnología como la posibilidad de manejar las cosas a escala molecular, atómica y subatómica. Entre sus campos de aplicación se incluye el medio ambiente, exploración espacial, tecnologías de la comunicación e informática, higiene y salud

1 Magister en Administración y Dirección de Empresas; Docente a tiempo completo Universidad de Guayaquil "UG"

2 Estudiante de Ingeniería en Comercio Exterior; sexto nivel paralelo 61 Universidad de Guayaquil "UG"

3 Estudiante de Ingeniería en Comercio Exterior; sexto nivel paralelo 61 Universidad de Guayaquil "UG"

4 Estudiante de Ingeniería en Comercio Exterior; sexto nivel paralelo 61 Universidad de Guayaquil "UG"

5 Estudiante de Ingeniería en Comercio Exterior; sexto nivel paralelo 61 Universidad de Guayaquil "UG"

6 Estudiante de Ingeniería en Comercio Exterior; sexto nivel paralelo 61 Universidad de Guayaquil "UG"

pública, entre otras. En la actualidad, Japón sigue siendo líder en esto, ya que tiene muchos años de investigación y desarrollo, en el cual está trabajando en áreas donde la nanotecnología puede tener más aplicaciones prácticas. Pero donde más se está concentrando es en buscar cual puede ser el siguiente paradigma más allá de la tecnología de silicio tradicional que pueda ser producido en masa de forma barata.

Palabras claves: Japón, nanotecnología, aplicación, paradigma, tecnología.

Abstract: Nanotechnology comes and are men and women who must develop and manage the progress it will bring. Nanotechnology is defined as the ability to handle things at the molecular, atomic and subatomic scale. Among its areas of application environment, space exploration, communication technologies and information technology, hygiene and public health is included, among others. Currently, Japan is still the leader in this, as it has many years of research and development, which is working in areas where nanotechnology can have more practical applications. But where else is concentrating is to seek what may be the next paradigm beyond traditional silicon technology that can be mass-produced cheaply.

Keywords: Japan, nanotechnology, application, paradigm, technology.

Introducción

Solo tenemos que cerrar los ojos y soñar: el control de la naturaleza a escala atómica promete revolucionar la medicina, mejorar los procesos de depuración y desinfectación del agua, eliminar la polución, aumentar la velocidad de los procesadores y la memoria de los ordenadores. La nanotecnología llega y somos nosotros, hombres y mujeres, quienes debemos desarrollar y gestionar los avances que traerá.⁷

La nanotecnología (deriva del griego *nanno* que significa *enano*) es el control de la materia a escalas de entre 1 y 100 nanómetros.⁸ Es la posibilidad de manejar las cosas a escala molecular, atómica y subatómica, lo que podría reportar beneficios increíbles a las sociedades presentes y futuras.⁹ Entre sus campos de aplicación se incluyen: medioambiente, exploración espacial, tecnologías de la comunicación e informática, sector energético, textil, construcción y arquitectura, agricultura, ganadería, electrónica, cosmética, industria militar, automovilística, seguridad personal y vial, higiene y salud pública, deportes, espionaje y reducción de la brecha digital, entre otras.

El término fue acuñado en 1974 por el japonés *Taniguchi Norio* y fue *Richard Feynman* (premio Nobel de Física en 1965) con su famosa conferencia titulada "Hay mucho espacio en el fondo", quien marcó un hito para el desarrollo de la nanotecnología, haciendo ver la posibilidad de mover las cosas átomo por átomo. Se considera esta conferencia de Feynman, realizada en 1959, como uno de los referentes teóricos de lo que en la actualidad la comunidad científica internacional cataloga como uno de los proyectos más innovadores y ambiciosos de la ciencia moderna.¹⁰ El gran despertar de la nanotecnología comenzó a partir de los años 80, a partir del desarrollo de una

⁷ Serrano G. Nanotecnología, innovación tecnológica y transformación social en Europa. Nanotecnología y Medio Ambiente. Ética y política de la Nanotecnología

⁸ Salomone MG. ¿Es segura la nanotecnología?

⁹ Cintas Izarra LM. Nanotecnología: la revolución industrial del Siglo XXI. Madrid (UCM), 16 de agosto 2006, No.2, p.11.

¹⁰ Marcelo J. Alerta científica sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente de la Nanotecnología.

amplia gama de microscopios de sonda de barrido, que logran imágenes a escala atómica.¹¹ El descubrimiento de los nanotubos de carbono (NTC), nanobiosensores de excelentes propiedades mecánicas y eléctricas, realizado en Japón por *Sumio Iijima* en 1991. Hoy existen cerca de 3 mil productos generados con nanotecnología, la mayoría para usos industriales, aunque las investigaciones más avanzadas se registran en el campo de la medicina y la biología.

Aplicación de la Nanotecnología en áreas medicas

En el área de la medicina se han publicado varias investigaciones y resultados de la nanotecnología. Su aplicación en el diagnóstico, tratamiento, monitoreo y control de sistemas biológicos es denominada nano medicina.¹² Esta rama de la nanotecnología agrupa tres áreas principales: el nano diagnóstico, la liberación controlada de fármacos y la medicina regenerativa.

El nano diagnóstico desarrolla sistemas de análisis y de imagen para detectar una enfermedad o un mal funcionamiento celular en los estadios más tempranos posibles, los nanos sistemas de liberación de fármacos transportan los medicamentos sólo a las células o zonas afectadas porque así el tratamiento será más efectivo y con menos efectos secundarios. La medicina regenerativa pretende reparar o reemplazar tejidos y órganos dañados aplicando herramientas nano biotecnológicas.

Otro gran reto de la nano medicina es desarrollar nano herramientas para manipular células, individuales o en grupos de fenotipo común, mediante la interacción específica con los propios nano objetos naturales de las células (receptores, partes del cito esqueleto, orgánulos específicos y compartimentos nucleares, entre otros). Ya se están desarrollando nano pinzas y herramientas quirúrgicas de pequeño tamaño que permitirían localizar, destruir o reparar células dañadas.

Para el diagnóstico precoz de enfermedades de una forma selectiva y con un alto nivel de sensibilidad se pueden emplear nanobiosensores como son: puntos cuánticos (CdS), cristales fotónicos, micro palancas, resonadores fotónicos, nanotubos de carbono y nano interferómetro.

En aplicaciones in vivo, las nano partículas también pueden emplearse para transportar moléculas de metal que se usan como agentes para obtener mejores imágenes del interior del cuerpo humano mediante resonancia magnética, en estos casos, imágenes de tumores de apenas un par de milímetros. Algunos de estos nanos agentes de contraste ya han sido aprobados para su utilización rutinaria en clínica. Igualmente se pueden utilizar para obtener mejores contrastes en imágenes óptica, de rayos x y por ultrasonidos. La combinación de estos agentes de imagen con los dispositivos de diagnóstico es otra de las líneas emergentes de investigación en nano diagnóstico.

Las nano partículas se pueden emplear, además, para el diagnóstico precoz de la enfermedad de Alzheimer mediante la detección del ligando ADDL, biomarcador específico de dicha enfermedad que aparece en sus primeros estadios.¹³

¹¹ Alonso I, Avendaño B. Nanotecnología. Correteando entre átomos. 6 de junio de 2006

¹² Figueira Pimentel L, Tavares Jácome A Júnior, Furtado Mosqueira V, Santos-Magalhães C, Nereide S. Nanotecnología farmacéutica aplicada a los tratamiento da malária.

¹³ Lechuga LM, Martínez Alonso C. Nanobiotecnología: Avances Diagnósticos y Terapéuticos. Revista de investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología. Nanociencia y Nanotecnología II.

La investigación en cáncer ilustra muchas de las potencialidades de la nano biotecnología a largo plazo ya que es de esperar que ayude a desarrollar una terapia anti cáncer. En este sentido, se están realizando trabajos de experimentación con láser que han logrado eliminar las células cancerosas respetando las sanas.

El trabajo realizado en la universidad de Stanford, ha utilizado nanotubos de carbono y se ha aprovechado su capacidad para calentarse cuando son expuestos a la luz de un láser. Diferentes investigadores están desarrollando un modelo experimental de linfoma en ratas, para comprobar si mediante la simple exposición de la piel del ratón a la luz láser, son capaces de matar células cancerosas una vez incorporados los nanotubos de carbono. También hablan de la inyección directa en el tumor, por ejemplo en la mama, que sería luego expuesta a la luz cercana al infrarrojo que destruiría el tejido.

La creación de lo que él llama "el caballo de Troya de la nanotecnología", en alusión a la capacidad transportadora de un medicamento que funciona como una nano partícula, bautizada como dendrímero y que está diseñada para introducir el fármaco anti cáncer en las células del tumor, donde su efecto aumenta y la toxicidad disminuye.¹⁴ Igualmente se han utilizado nano partículas magnéticas con el recubrimiento adecuado para la localización de las células tumorales.

Para ello se recubren las nanas partículas con surfactantes que poseen una zona hidrófila y otra hidrófoba. Una vez que estas nano partículas se unen a las células cancerosas, se puede inducir su calentamiento mediante un campo magnético de baja intensidad. El calentamiento provoca la destrucción de las células tumorales pero sin causar daño a las células o tejidos sanos circundantes.

Estas tecnologías para el tratamiento del cáncer evitarían los graves problemas de efectos secundarios que conllevan los actuales tratamientos de quimioterapia o radioterapia, y sus resultados pueden representar un gran logro para el combate contra esta enfermedad.

Otra sería la aplicación en la odontología, al existir dentífricos con nanocristales de hidroxiapatita, que es el componente principal de la dentina, presumiblemente, reforzándola.

La nano medicina regenerativa persigue la reparación o reemplazamiento de tejidos y órganos mediante la aplicación de métodos procedentes de terapia génica, terapia celular, dosificación de sustancias bio-regenerativas e ingeniería tisular. La terapia génica se basa en utilizar células genéticamente modificadas, la celular en usar células madre y la liberación controlada de sustancias activas, citoquinas y factores de crecimiento propician la reconstrucción tisular. La ingeniería tisular intenta generar tejidos in vivo o in vitro para lo cual necesita materiales biocompatibles que mimetizan respuestas celulares específicas a nivel molecular.

Gracias al desarrollo de la nanotecnología los materiales tienen el potencial de interactuar con componentes celulares, dirigir la proliferación y diferenciación celular y la producción y organización de la matriz extracelular. Entre los materiales que se están utilizando cabe destacar los NTC, nano partículas como nanohidroxiapatita o nanozirconia, nanofibras de polímeros biodegradables, nanocomposites, entre otros.

También se pueden utilizar superficies con nanoestructuración nanométrica que actúen como incubadoras de líneas celulares y favorecen el proceso de diferenciación celular. Los nuevos materiales así obtenidos pueden mejorar la adhesión, duración y tiempo de vida. Algunos ejemplos

¹⁴ Permite nanotecnología luchar contra cáncer, Julio 2008, de <http://www.eluniversal.com/index.html>

destacables incluyen polímeros a la nanoescala moldeados en válvulas de corazón y nanocomposites de polímeros para la regeneración ósea.

En el Ecuador

La nanotecnología, se encarga de traer la nueva revolución industrial con la combinación de la ciencia y la tecnología. Conforme se va dando el desarrollo de la tecnología y la ciencia, las personas quieren encontrar una forma de minimizar los dispositivos mecánicos, con el optimismo de consumir menos energía y al mismo tiempo poder satisfacer las constantes necesidades de las diversas industrias.

Para la industria manufacturera el siglo 20 fue un buen siglo, ya que con la llegada de nueva tecnología de fabricación avanzada, ha beneficiado la industria y a las personas.

La industria manufacturera en el siglo 21, debe confrontar la amenaza de la globalización ya que cada vez se encuentra con una demanda de diferentes industrias como biológicos, médicos, aeroespacial, comunicaciones y otros campos comenzó a ser miniaturizado dispositivos mecánicos para satisfacer la creciente demanda.

Después del siglo 20, con el desarrollo de la tecnología a gran escala de circuitos integrados y la tecnología de micro - fabricación, equipo y tecnología de la información, así como en muchas otras áreas conducido a una mini - revolución. A partir de entonces, las obras de micro - mecánicos como una teoría investigación y el diseño y métodos de nano -mecánica se desarrolló rápidamente y se convierten en una ciencia mecánica, y la tecnología en la vanguardia del campo.

Es posible que en Ecuador, en un futuro se implemente la nanotecnología en la producción ecuatoriana como la textil, farmacéutica, construcción y muchas más. Esto está aún en conversaciones con el país Iraní, pero si se da esto sería un gran impulso para la industria ecuatoriana.

Las nanotecnología con impacto en nuestro país es ver como con el pasar del tiempo y de las generaciones esto cada vez se hace más vial para la vida diaria de cada persona, debido a que actualmente no podemos decir que la nanotecnología no impacta no solo nuestro país sino también todo el resto de los países al saber las maravillas que se crean cada vez con el propósito de mejorar el país o saberlo impactar por medio de redes sociales o medios de comunicación en la cual interactúan o se quedan con la intriga de como saben llegar al mercado y que tan solo con pequeñas cosas se pueden hacer maravillas, de los cuales como ejemplos podemos poner a las generaciones de los celulares, televisores, computadoras, laptop y un sin número de cosas electrónicas como no electrónicas, que estos aparatos electrónicos cada vez nos impresionan cada vez más hasta dejarnos sin palabras y ponernos a analizar cómo pueden crear cosas tan magnificas utilizando los implementos de la tecnología y tener la imaginación o la capacidad para poder crear todo esto aunque a veces es en tan poco tiempo de meses para crear un producto atrás de otro, debido a las competencias que se hacen entre empresas y siempre una querrá sobresalir mejor que la otra y siempre cumplen o llenan las expectativas del consumidor, cliente o empresa la cual es cada vez una empresa o compañía espera a la otra por pequeñas cosas que a veces sorprende a las personas.

Por otro lado podemos ver también la nanotecnología en ámbito de propagandas o series animadas que para las personas que son los televidentes pueden tener la edad que sea pero hay algo que los motiva o los conecta a estar pendiente de la programación por como tiene de creativa tanto el programa como un comercial puede ser tanta creatividad unido series animadas que

recuerden o los transmita a su tiempo de niñez lo cual a los televidentes, los hará llenar de mucho interés con el mensaje que desean dejar el comercial, también dependiendo el tipo de comercial que se está haciendo o transmitiendo.

Otro de nuestros impacto es ver las aplicaciones que se pueden descargar en los teléfonos inteligentes, lo cual es una gran ventaja porque aparte que los hacen con diferentes idiomas esto ayuda a que se interesen más por las aplicaciones gratuitas que a las pagadas, porque tienen una gran similitud y ofrecen cosas diversas pero con el motivo de que satisface al consumidor lo que hace todo este impacto es mejorar a las personas por un lado aunque por otro motivo hacen que el ser humano cada vez se vuelva dependiente de una maquina o que algo electrónico nos maneje a la larga siempre y cuando nos demos cuenta de utilizar las nanotecnología con mesura pero cave recalcar que todo esto ocurre con el pasar de las generaciones, pero siempre y cuando nos tenemos que dar cuenta que mientras más tecnologías venga al país cada vez necesitaran menos personal en una empresa, compañía o comercial porque todo lo hacen con tecnología lo cual cada vez nos estamos dejando cejar o influencias que no todo es buena la nanotecnología sino que hay de darle su stop para que también nosotros como seres humanos evolucionemos y demos a demostrar que no a veces necesitamos de nanotecnologías para que una maquina a la larga nos remplace sino que junta a la tecnología poder progresar como país y poder darnos cuenta de lo mucho que se puede mejorar con todo lo que Japón hace o implementa en nuestro país.

También no hay que dejar de percatarse en los automóviles o piezas de las cuales pueden ser mejoradas con diferentes marcas para dar una mejor evolución al momento de incorporar pero siempre esto cada vez será un proceso así como para elaborar estas piezas o algo nuevo siempre y cuanto tengamos en cuenta que si se va a lanzar una nueva marca se tiene que estar cien por ciento seguro que el consumidor está satisfecho con el trabajo que se está realizando con buen proceso pero realizado todo profesionalmente y con demasiada eficacia con el propósito de que sea cada vez un país más desarrollado y con una tecnología que gracias a Japón se vería reflejado un país que de a poco y con procesos adecuados sale adelante con impactos de tecnología.

Ecuador y la nanomedicina

Científicos de Cataluña han diseñado un sistema para identificar las células madre cancerígenas más resistentes al tratamiento y responsables de las recaídas de la enfermedad. Mediante nanomedicinas terapéuticas dirigidas, los expertos han optimizado la respuesta al tratamiento convencional de los dos tipos de cáncer.

Investigadores del grupo de Direccionamiento y Liberación Farmacológica del CIBBIM-Nanomedicine del Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR) han conseguido mejorar la eficacia del tratamiento convencional frente al cáncer de mama y de colon, utilizando nanomedicinas dirigidas contra las células madre de los tumores, los responsables han diseñado una nueva metodología, basada en la detección por fluorescencia, que ha permitido identificar estas células y enviar el tratamiento directamente a sus receptores.

Las células madre cancerígenas son una población minoritaria de células que se encuentran en los tumores, pero que tienen la capacidad de sobrevivir prácticamente en cualquier parte del cuerpo. Son muy agresivas, no responden a la mayoría de terapias convencionales contra el cáncer y son las responsables de las metástasis porque tienen una gran capacidad para migrar, invadir e impedir los mecanismos de muerte celular.

Una de las principales dificultades a la hora de actuar directamente contra estas células es distinguirlas del resto de células del tumor. Simó Schwartz Jr., investigador principal del estudio,

explica que han conseguido alterarlas genéticamente para emitir una luz que las diferencia del resto. “Con este nuevo sistema de fluorescencia podemos aislar y estudiar las células madre cancerígenas con facilidad, lo que nos permite identificar nuevos biomarcadores y probar terapias o mejorar las actuales”,

El grupo de Schwartz Jr. está especializado en el uso de la nanotecnología para mejorar los tratamientos contra enfermedades como el cáncer y su diagnóstico. La nanotecnología permite transportar los medicamentos, en forma de nanoconjugados terapéuticos, hasta los receptores específicos de las células. De esta manera, el tratamiento es más efectivo porque llega con una mayor concentración pero con menos toxicidad, ya que es transportado controladamente hacia las células malignas.

Efectividad de las nanomedicinas

Tras identificar las células madre tumorales, los investigadores del VHIR, en colaboración con otros investigadores de la Universidad de Lisboa, probaron in vitro la efectividad de las nanomedicinas en modelos de cáncer de colon y mama. Escogieron muestras tumorales de estos dos tipos de cáncer porque son con las que trabajan en el laboratorio y conocen los receptores específicos de las células madre.

“Hemos demostrado que si administramos las terapias convencionales contra el cáncer de mama y de colon en forma de nanoconjugados dirigidos, el tratamiento es más eficaz y podemos eliminar las células madre cancerígenas que acostumbran a ser resistentes a la quimioterapia”.

La metodología desarrollada permite también identificar las células tumorales que se transforman en células madre y viceversa. Este es uno de los principales problemas de la comunidad científica, ya que no se conocen bien cuáles son los mecanismos implicados en el proceso de reconversión y, por lo tanto, de momento no se puede evitar. Ahora Schwartz Jr. confía que con el nuevo sistema de fluorescencia podrán estudiar por qué pasa esto y diseñar terapias específicas que bloqueen este proceso.

La nanotecnología generó un impacto en Ecuador en el ámbito tanto académico como medicinal ya que llevaron a las aulas de algunas universidades con ingeniería en nanotecnología esto fue una gran innovación en lo que corresponde a las carreras universitarias y de esta forma generar conocimientos nuevos en lo que se refiere a este campo. Este también sería una gran inversión para el país ya que al formar profesionales con conocimientos de cómo crear estos pequeños robots no se tendría que comprar a otros países esta tecnología ya que el país tendría los recursos humanos para poder crearlos.

Pero lamentablemente Ecuador no cuenta con el apoyo financiero suficiente, para que todo lo antes mencionado se pueda lograr ya que la inversión sería millonaria pero se recuperaría la inversión y al país generaría ganancias.

Finalizada la presente investigación podemos ver que la nanotecnología en especial la nanomedicina tiene muchos beneficios que en el futuro nos servirán de mucha ayuda para preservar la salud de las personas, la nanomedicina y sus herramientas nos ayudan para detectar enfermedades tempranamente, y cuando son detectadas, mediante los nanobiosensores y nanoherramientas podemos llevar los fármacos al lugar específico del daño, de esta manera la cantidad de este fármaco se reducirá ya que llega directamente a la zona afectada, y podremos reducir los efectos adversos de los medicamentos, el nanobiosensor en el futuro podría estar complementado con un reloj digital que tenga un orificio para introducir una gota de sangre, y de

este modo en la pantalla nos saldrá el diagnóstico de la persona, o los resultados los podríamos mostrar en una pantalla, ya sea de celular o televisión, o hasta en una computadora. Este invento sería útil en los servicios de salud.

La nanomedicina está ofreciendo métodos para mejorar tanto las características de difusión del fármaco como las de degradación del material encapsulante, permitiendo que el fármaco se transporte de forma mucho más eficaz y que su liberación sea igualmente más controlada. Con las nuevas tecnologías se podría suministrar dosis más bajas al paciente para conseguir los mismos efectos, al mejorarse la termoestabilidad, el tiempo de vida y la protección de estos medicamentos frente a los tradicionales. La formulación de fármacos en forma nanoestructurada aumenta su solubilidad y eficacia por lo que ya existen en el mercado más de 100 fármacos de este tipo y muchos otros están en desarrollo. Además este tipo de formulación permite utilizar rutas de administración más efectivas y alcanzar localizaciones en el cuerpo que tradicionalmente han sido difíciles, como el cerebro.

Referencias

- Barcenas, A. C., Anaya, J., Ramírez, T. M., Mcsmith, A., Enciso, A., & Norandi, M. (2015). Ciencia en la Noticia. CULCyT, (15).
- Foladori, G., Figueroa, E. R. A., Lau, É. Z., Villa, L., Appelbaum, R., Belmont, E. R., & Parker, R. (2015). Políticas públicas de nanotecnología en México a la luz de criterios de la OCDE. Anduli: revista andaluza de ciencias sociales, (14), 195-222.
- Herrera, M. T., Artunduaga, J. J., Ortiz, C. C., & Torres, R. G. (2016). Síntesis de nanopartículas de ácido poli-láctico cargadas con antibióticos y su actividad antibacteriana contra Escherichia coli O157: H7 y Staphylococcus aureus resistente a meticilina. Biomédica, 37(1).
- Invernizzi, N., & Foladori, G. (2015). El despegue de las nanotecnologías. CIENCIA ergo-sum, 12(3), 321-327.
- Molina-Prieto, L. F. (2016). Nanotecnología: herramienta inteligente para la conservación del patrimonio arquitectónico y urbano. REVISTA DE INVESTIGACIÓN, 9(1).
- RAÚL RISK, M. A. R. C. E. L. O. (2015). Nanobioingeniería: Historia y futuro. Tecno Lógicas, 18(34), 09-11.
- Sánchez, J. D. T. (2016). Divulgación y formación en nanotecnología: un puente hacia la bioética. Escritos, 24(53), 483-506.
- Visentini, F. (2015). Nanotecnología aplicada al desarrollo de un sistema de encapsulación de vitamina A para su uso potencial en la fortificación de alimentos.