

Impacto de la nanotecnología como revolución industrial a nivel mundial

Impact of the nanotechnology like industrial revolution in the world

Alicia Urquilla

Maestría en Creación y Dirección de Empresas de Nebrija Business School.
Licenciada en Administración de Empresas de la Universidad Dr. José Matías Delgado.
Investigadora Asociada del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG).
aliciaurquicasta@gmail.com

Fecha de recepción: 25 de noviembre de 2019
Fecha aprobación: 10 de junio de 2019
DOI: 10.5377/ryr.v49i49.8063



RESUMEN

Desde hace una década cuando algunos países desarrollados aceptaron estar en una crisis económica, reconocieron que la tecnología avanzada podría ser una salida para el decrecimiento que estaban experimentando, especialmente direccionándose a la nanotecnología, ya que se le constituye como un componente de desarrollo que podría llegar a ocasionar un impacto positivo en la revolución industrial a nivel mundial.

Asimismo la nanotecnología viene a representar una revolución tecnológica, por lo que este artículo muestra de manera general como se puede implementar la innovación y creatividad en la industria para poder lograr emprendimientos en productos nano mejorados y ayudar a salir de la crisis económica (Mendoza, G y Rodríguez, J, 2007).

Palabras clave: Nanotecnología, revolución tecnológica, desarrollo económico, crisis mundial.

ABSTRACT

Since a decade ago when some developed countries accepted to be in an economic crisis, they recognized that advanced technology could be the way out of the decrease they were experiencing, especially by addressing nanotechnology, since it is a development component that could reach to have a positive impact on the industrial revolution worldwide.

Also nanotechnology comes to represent a technological revolution, so this article shows in a general way how innovation and creativity can be implemented in the industry to be able to achieve entrepreneurship in nano-enhanced products and help to get out of the economic crisis (Mendoza, G y Rodríguez, J, 2007).

Keywords: Nanotechnology, technological revolution, economic development, world crisis.

Introducción

Se toma el término “nanotecnología” como algo ilusorio y muy distante de la realidad; sin embargo, es algo que ya está presente en nuestras vidas a pequeña escala, ya existen en el mercado infinidad de productos que utilizamos y que sin darnos cuenta ya estamos inundados de productos nanotecnológicos. No nos hemos percatado de los pequeños cambios, casi invisibles para el ojo humano, que se han desarrollado en ciertos productos a lo largo de los años. Los cambios que se señalan, entre otros, se pueden mencionar, el cambio de color, cambios en sus funciones, en su imagen, etc., y en los productos como laptops, los móviles, champús, tenis, cosméticos, usos médicos, medio ambiente y otros tantos (Confederación de Consumidores y Usuarios, 2010).

Esta rama de la ciencia se refiere a la tecnología que se encarga del diseño y manejo de la materia a nivel de átomos o moléculas para la fabricación de productos a microescala con fines industriales o médicos entre otros. Esta materia se mide en nanómetros (un nanómetro es equivalente a la milmillonésima parte de un metro), es decir es un millón de veces más pequeño que un milímetro en donde caben cuatro o cinco átomos en fila. En dicho tamaño trabajan los especialistas (científicos e ingenieros) para establecer nuevas realidades que nadie imaginó antes.

Esta ciencia aplicada (nanotecnología) abarca una extensa variedad de materiales, procesos de fabricación y tecnologías que se usan para crear y mejorar muchos productos que la gente usa a diario. La química, la biología y la física son algunos de los campos de aplicación de la

nanotecnología, la cual brinda una expectativa para la solución de diversos (Martínez, A, 2016)

Al hablar de nanotecnología avanzada se refiere a la ingeniería de nanosistemas que maniobra a una escala molecular y se aplica con productos que se han producido a raíz de una cierta capacidad de los átomos (Pérez Porto, Julián y Gardey, 2009).

Dicha ciencia necesita de la participación de varios campos del conocimiento como se mencionó anteriormente, porque cada una contribuye con la teoría y el trabajo práctico que se requiere para que puedan ser complementarias y puedan iniciar de una base sobre la cual investigar y desarrollar, es por esto que esta tecnología es considerada afín. Es cuando se puede observar que las limitantes que separan el saber científico se viene abajo, estimulando lo complicado de los resultados.

Los países desarrollados están invirtiendo bastante dinero y considerando la mano de obra especializada para indagar sobre las diversas aplicaciones potenciales que pueden surgir de la nanotecnología. Asimismo, los gobiernos de estos países demuestran mucho interés en sus planes para desarrollar esta innovadora tecnología.

Mundialmente existen aproximadamente un total de 40 laboratorios que dedican significativas participaciones a la investigación en esta rama de la tecnología. Por otro lado, importantes empresas en diferentes rubros están invirtiendo sumas cuantiosas de dinero en la investigación y desarrollo, lo que se demuestra en los resultados favorables de los productos que fabrican (Pérez Porto, Julián y Gardey, 2009).

Lo que sí se puede señalar es que la nanotecnología podría considerarse como una apuesta favorable para mejorar elementos de algunos sectores tradicionales, que no tienen ningún vínculo directo con la tecnología, tales como las siguientes industrias: calzado, textil, alimentos, automotriz, salud, medio ambiente, construcción, etc.

La Iniciativa Nacional de Nanotecnología en los EE. UU. define la nanotecnología como la comprensión y el control de la materia en una nanoescala en la que fenómenos únicos permiten nuevas aplicaciones. Los nanomateriales se definen además como sustancias de tamaño entre 1 y 100 nm que muestran propiedades físicas, químicas y biológicas que no se encuentran en muestras a granel del mismo material. Su tamaño extremadamente pequeño y su gran área de superficie se asocian con su mayor fuerza, estabilidad y actividades químicas y biológicas. Por lo tanto, la nanotecnología permite el desarrollo de nuevos materiales con una amplia gama de aplicaciones potenciales. Los nanomateriales se utilizan en una variedad de productos de consumo, médicos, comerciales e industriales. [1] Debido a que la nanotecnología es una tecnología emergente y de rápido desarrollo, actualmente hay información muy limitada disponible sobre ella (United States Government Accountability Office., 2010).

El rol de la tecnología para el desarrollo

Cuando se habla de las diferentes funciones que se encuentran inmersas dentro de la nanotecnología hay que tener claro que estos productos van a reunir utilidades y características que van a desplazar o hacer anticuadas otras,

dando como resultado el desempleo, originando un impacto que será visible en algunos sectores de la fuerza laboral especializada.

Como ejemplo de lo anterior se puede mencionar a los que trabajan en los laboratorios médicos, enfermeros y algunos doctores. Aunque en la actualidad solo un pequeño porcentaje de los productos con nanocomponentes corresponden al área biomédica, pero se vislumbra que dentro de unos años pasaran a formar parte de un 80 % del mercado (Científica, 2007). Esta rápida evolución, se puede discernir, estará dirigida por las investigaciones que conlleven a bajar costos de la fuerza laboral especializada., como por ejemplo se puede mencionar a todo tipo de los “*lab-on-a-chip*”¹ que sean de uso externo al cuerpo o implantados. Estos aparatos pueden examinar en segundos centenas de biomarcadores en gases, líquidos y tejidos y remitir dicha información a una base externa de acopio. Es por esto, que los laboratorios limitaran sus funciones y se verán forzados a quitar personal. Otro ejemplo que se puede citar son los productos enfocados en enfermedades que solo podrán ser alcanzados por personas con un alto poder adquisitivo con las nano-cápsulas inteligentes, las cuales serán aptas para llegar a las células, tejidos, o tratar directamente los órganos enfermos eludiendo los daños adyacentes que llevan los fármacos. Se habla de tecnologías eficientes que vendrán a incrementar el desempleo (Foladori e Invernizzi, 2009).

Asimismo, fomentar el desarrollo de nuevas materia primas y funciones en los productos

1 Laboratorio en un chip.

ya existentes permite que adquieran nuevas propiedades de otros productos en uno solo. Se tiene el caso del pan TipTop de Australia que añade nanocápsulas de Omega 3 que lo convierte en un producto nanomejorado con su función original alimenticia e incrementándole la función de suplemento nutricional. Esto estaría bajando costos de producción porque se estaría involucrando en un mismo producto dos funciones, manejando los mismos costos en un mismo producto respecto al empaque, comercialización y venta. Otro ejemplo puede verse con el producto que tiene patentado el nanocompuesto aislante Nansulated[®], el cual cumple diferentes funciones que originalmente era el incrementar la capacidad de aislamiento térmico y luego el ser anticorrosivo y funguicida, concentrando funciones que antes cumplían varios productos diferentes en un mismo producto. Se tiene el caso del producto NanoSphere[®] que contiene nanoesferas que pueden añadirse a través de un baño a los textiles con funciones de autolimpiante, repulsivo al agua, resistente a la abrasión y optimando el desempeño al lavarse. También, se ven otros casos que el nuevo producto relega al original porque cumple la misma función con un desempeño inmejorable, ejemplo de estos son los bloqueadores solares con nanotecnología, aptos para bloquear los rayos ultravioletas de una forma más profunda en la piel logrando resultados más efectivos. El aditivo Nanoprene añadido a la llanta de los automóviles para hacerlas más resistentes, en donde se utilizan las mismas materias primas producidas en nanoescalas para lograr un producto con mayor durabilidad. El envase para alimentos Durethan[®] que lo protege de la humedad, de que se seque y del

oxígeno; alarga la vida útil del producto y le brinda mayor seguridad, reemplazando los envases obsoletos. Con estos pocos ejemplos: incremento de funciones, mayor duración, etc., se puede detectar la disminución de la fuerza laboral por la elaboración de cada producto (Foladori & Invernizzi, 2009).

Es muy probable que florecerán nuevos sectores industriales y otros serán desplazados, pero siempre con un resultado desfavorable en la fuerza laboral. Muchos commodities² como el café, té, cobre, hierro, etc., tendrán una tendencia a la reducción de importaciones por los países desarrollados y por ende otros sectores se verán afectados (McManus, 2014).

Es importante tomar en cuenta que el impacto que ocasionara cualquier decremento de la fuerza laboral induce a una reacción en cadena debido a la secuencia de efectos que fluirán ya que las personas sin trabajo no tendrán ingresos para consumir los productos y disminuirá la demanda para los productos que estas personas compraban, y estos sectores se ven obligados a volverse más competitivos para poder subsistir, bajar costos, reducir producción y empleos (Foladori e Invernizzi, 2009).

Por lo tanto, las ramas en donde la nanotecnología podrá incurrir sin mayor problema y cuya rentabilidad crecerá serán evidentes en los sectores donde el costo no es perceptible porque el objetivo primordial es más importante que lo que tienen que pagar, tales como la militar, la médica, los textiles para el deporte, entre otros (McManus, 2014).

² Materias primas.

A pesar de lo anteriormente expuesto en donde se concluye que la nanotecnología constituye una propuesta industrial de una nueva revolución tecnológica, que puede penetrar en diversos sectores y que la reducción de la fuerza laboral es una tendencia, puede ser una tabla de salvación para la creación de nuevas empresas emprendedoras, en donde la innovación y la creatividad será un desafío para el crecimiento de capitales, donde la tecnología en los diferentes sectores será el nuevo resurgimiento de la revolución industrial.

Beneficios y riesgos de la nanotecnología

Beneficios

Entre los beneficios que se pueden citar respecto a la nanotecnología molecular, de acuerdo a los procesos de producción y que podrían resolver muchos problemas que actualmente se están experimentando a nivel mundial, se pueden mencionar los siguientes (NNI, n.d.; Todorova, n.d.):

Escasez, tratamiento y mejoramiento del agua

El problema de la escasez del agua es un fuerte problema a nivel mundial y podría ayudar la fabricación de productos incluyendo tecnología molecular. Asimismo, los nanomateriales podrían resolver muchos problemas para el tratamiento del agua y facilitar la desalinización y depuración. Las nanopartículas tienen una gran capacidad catalítica que suman para la desinfección del agua.

Regeneración de órganos

La aplicación de la nanotecnología se está

utilizando para la regeneración de tejidos y órganos. También se concentra en la utilización de los siguientes componentes: cultivo de células, moléculas o grupos bioactivos y estructuras soportes o andamios (clave en la regeneración de órganos y tejidos mediante el desarrollo de estructuras 3D).

Diagnóstico de enfermedades

Las nanopartículas facilitan el diagnóstico exacto de muchas enfermedades contagiosas, ayudando a poder suministrar medicamentos adecuados en las partes específicas y tener un control directo de las enfermedades con más eficacia y menos dosis. Se introduciría maquinaria para la investigación médica y la salud, logrando fármacos mucho más avanzados.

Producción de energía

La nanotecnología ayuda a la creación de energía más limpia, a su almacenamiento y transferencia. El sector de la construcción sería eficiente y barato con estructuras livianas y fuertes, los equipos eléctricos y los aparatos para almacenar la energía preferirían el uso de energía térmica al solar como fuente primaria y abundante de energía.

Progreso de la agricultura

En este sector la nanotecnología ayuda a evitar los agroquímicos, el aumento de la producción agrícola mejorando los nutrientes y reduce la pérdida de fertilizantes a través de nanocápsulas que permiten estos resultados de una forma más efectiva (NNI, n.d.; Todorova, n.d.).

Riesgos

Entre los riesgos que conlleva la nanotecnología molecular, tomando en cuenta que este paso resulta de suma importancia, que su impacto representa una revolución Industrial y que si no se está preparado puede tener repercusiones muy fuertes, se mencionan a continuación algunos de los riesgos:

Inestabilidad económica

La nanotecnología puede causar un desequilibrio económico por la elaboración de productos bastante caros, ya que al surgir esta industria con un valor agregado inmenso, los propietarios de la tecnología accederán poner un precio alto a los productos, por lo que se avecinan grandes cambios desfavorables en la economía.

Peligro de armamento inseguro

La nanotecnología representa una desventaja para la sociedad si por un momento es utilizado el armamento por delincuentes. También puede surgir un sector de armas más sofisticadas entre dos países competidores en los cuales la seguridad y defensa de los países pueda ser amenazada. Los terroristas tendrían más disponibilidad de recursos para realizar sus acciones de terrorismo, teniendo a la mano armas químicas y biológicas mejoradas.

Daños al medioambiente

Las nanopartículas podrían causar un gran daño al medioambiente con la construcción de maquinarias grandes y potentes que van a fragmentar a largo plazo mayores áreas del mundo. Además, habría efectos indirectos de penetración en el cuerpo humano y perjudicar la función inmunológica del mismo.

Desarrollo de un comercio ilegal

Con la nanotecnología se podría llegar a desarrollar un mercado negro por la falta de control de la nanotecnología molecular que estará disponible sin mayor regulación o por una regulación excesiva. Si fuera por una regulación excesiva, creara una demanda para un mercado negro que sería de mucho peligro y progresivo porque facilitaría el tráfico con productos muy pequeños y peligrosos como las nanofábricas.

Falta de control

Actualmente los gobiernos no quieren ilegalizar o controlar la nanotecnología ya que es imposible hacerlo a nivel mundial, aunque los países en los que existe la nanotecnología podrían empezar a comercializarla.

Avances nanotecnológicos en la industria médica

Además de los ejemplos señalados anteriormente se encontraron otros avances tecnológicos que han sido descubiertos recientemente (noviembre, 2018) y que podrían ser comercializados muy pronto, algunos de ellos se enuncian a continuación en la Tabla n.º 1 (Navarro, 2018):

Tabla n.º 1

Avances de la Nanotecnología

| Avances Nanotecnológicos |
|--|
| La nanotecnología se encuentra con los lentes de contacto y la realidad virtual. |
| Un detector nanotecnológico para ataques cardíacos. |
| El silicio negro inspirado en la libélula combate las bacterias. |
| Pequeñas baterías impresas en 3D. |
| Revolucionando la cirugía ocular. |
| Chips súper flexibles que pueden rodear una hebra de cabello. |

| Avances Nanotecnológicos |
|---|
| Creación de electrodos biodegradables. |
| Aplicaciones nanotecnológicas para el cáncer. |
| Mata-gérmenes de plata. |
| Alcoholímetro que usa Nanotecnología para Diabéticos. |

Fuente: Elaboración propia con información de Nanova.³

La nanotecnología ha tenido un gran auge en los últimos años pero no cabe duda que será de mucha ayuda para la industria de dispositivos médicos. Con estos avances habrá que observar hasta qué punto la nanotecnología reformara la medicina porque cada vez se están enfocando más en innovar y crear nuevas alternativas avanzadas.

Aplicaciones industriales

Como se puede observar la nanotecnología no

³ Mayor información disponible en: www.nanova.org

Tabla n.º 2

Aplicaciones industriales de la nanotecnología

| Aplicaciones Nanotecnológicas en la industria | |
|--|---|
| Sector construcción | Mediante nanopartículas de silicio se ha mejorado la fortaleza del cemento, y se ha logrado propiedades de auto limpieza en los cristales con el dióxido de titanio. También la inclusión de nanopartículas de óxido de titanio (TiO2) en productos cerámicos para agregarles una característica antibacteriana. Incluyendo productos de alta tecnología para darles un valor a los productos cotidianos tales como: el cartón, plásticos, envases y recubrimientos. Entre las diferentes característica representadas están antibacteriales, hidrofóbicos, inclusive las nanopartículas para los plásticos, para optimar la resistencia. |
| Sector energético | Existen aditivos para gasolina que reducen las emisiones contaminantes y mejoran la eficiencia, y debido al uso de thinfilms las células solares se pueden imprimir. |
| Sector electrónica | Lo miniatura sigue avanzando y los progresos en control térmico conceden incrementos en rendimiento y en consumo energético. |
| Sector deporte | Se habla de los palos de golf que excluyen los reflejos utilizando nanotubos, y también de trajes de natación que erradican la filtración de líquidos en el tejido. |
| Sector cosmético | Se utilizan nanopartículas para incrementar la hidratación de los tratamientos para la piel, asimismo las nanopartículas de oro para la regeneración celular. Bloqueadores solares con nanopartículas de óxido de zinc o de óxido de titanio que permiten que no aparezca el color blanco en la cara. |

Fuente: Elaboración propia con datos de Nanoespacio (Nanoespacio, 2009).

solo está incursionando en la industria médica, sino que también está avanzando en otros sectores muy importantes.

En la Tabla n.º 2 se pueden observar de una manera general algunas de estas aplicaciones industriales que están incursionando dentro del campo de la nanotecnología (Nanoespacio, 2009).

Es sorprendente como la nanotecnología está avanzando en nuestras vidas sin percatarnos de ello, cada vez descubrimos más productos que ya se encuentran en el mercado con los beneficios adquiridos.

Existen otros casos de estas aplicaciones en la industria de productos que usamos a diario, de los cuales se pueden observar a continuación en la Tabla n.º 3:

Tabla n.° 3

Otros usos de la nanotecnología

| Otros usos de la nanotecnología | |
|---|--|
| Producto | Uso |
| Bloqueador solar | Protectores solares contienen nanopartículas de óxido de zinc o de óxido de titanio que no brinda un color blanco en la piel. |
| Vidrio autolimpiable | Utiliza nanopartículas para hacer el vidrio fotocatalítico e hidrófilo. |
| Ropa | El uso de nanopartículas para mejorar la ropa, para dar un revestimiento a los tejidos, protegerlos de los rayos UV y resistentes a las manchas. |
| Vendas antimicrobianas | Utilizan nanopartículas de plata, en donde la plata ahoga las células dañinas, matándolas. |
| Limpiadores y desinfectantes para Piscina | En una mezcla de aceite, las partículas de aceite se pegan a las bacterias haciéndolo más eficaz. |
| Revestimientos a prueba de rayas | Nanopartículas de silicato de aluminio en los recubrimientos de polímeros resistentes al rayado, desde coches hasta lentes. |

Fuente: Elaboración propia con información de Nanotech (Nanotech Colombia, 2010).

Cada día salen nuevos productos que agregan nanotecnología en sus procesos de fabricación, pero no se pueden enumerar todos.

Industria alimentaria

El sector alimenticio visto desde cualquier ángulo es muy polémico dadas las regulaciones y controles totales a que están sujetos, ya que puede contribuir con muchos beneficios pero al mismo tiempo cualquier cambio que se genere despierta inquietudes en los consumidores de lo que pueden ingerir en sus cuerpos (Martín, 2016).

Los beneficios de la nanotecnología para el sector alimentos pueden ser muchos y se espera que puedan beneficiarse a largo plazo. Esta revolución tecnológica en los alimentos tiene que ver con todos los eslabones de la cadena productiva, desde el cultivo de la materia prima hasta la producción de los alimentos, el procesamiento, el envasado, el transporte, la vida útil y la biodisponibilidad de los nutrientes.

De acuerdo a los Ingenieros de alimentos hay mucha expectativa para mejorar la seguridad alimentaria respecto al tema de la nanotecnología, ya que abre oportunidades a una nueva gama de productos en el mercado.

Al hablar de la materia prima de los alimentos reconocemos que las frutas frescas, los vegetales, las carnes, las aves, los pescados, etc., son portadores potenciales para la transmisión de bacterias y enfermedades. Por lo que el desarrollo de nuevos antimicrobianos se vuelve primordial para alcanzar la inocuidad de los alimentos. Dada estas propiedades antimicrobianas de los nanomateriales, esta ciencia promete un gran progreso para nuevos agentes nano-antimicrobianos para ser utilizados en la industria alimentaria (Food Safety Magazine, 2019).

Respecto a la comida, existe el uso de nanopartículas de plata, cuyas propiedades antimicrobianas ayudan a la elaboración de

envases de papel recubiertos de este metal y con la capacidad de conservar los alimentos en buen estado durante más tiempo. Asimismo, se realizan investigaciones de incorporar al plástico unas nanopartículas (nanoarcillas) dándole ciertas características muy particulares al resultado, en el cual se logra acrecentar el efecto barrera y prolongar la vida útil del producto, brindando un mejor precio en el envase (Ainia, 2009).

Asimismo se está estudiando otro tipo de técnica en el encapsulado de compuestos, en los cuales se quiere ocultar el verdadero sabor y olor del contenido, tal es el caso del aceite de pescado y otros similares, liberándose directamente en el estómago y sus propiedades de salud son aprovechadas según sus funciones.

Se están llevando a cabo investigaciones con la sal porque el uso excesivo de ella es muy dañino para la salud pero es muy necesaria para el sabor de los alimentos, y es por eso que los científicos estudian los beneficios de romper los cristales de sal a escala nanométrica, a fin de incrementar su medida logrando un mayor sabor, pero con menos cantidad (Bajpai *et al.*, 2018).

Las investigaciones en este sector son muy incipientes, por lo que sus repercusiones se están estudiando de una forma exhaustiva haciendo todas las pruebas necesarias, ya que entre los peligros que podrían surgir con este tipo de técnicas tendrían que ver con el hígado y los riñones, pudiendo afectarlos a largo plazo. Asimismo establecer una normativa internacional uniforme y muy exigente para la nanotecnología en los alimentos (Singh, Shukla, Kumar, Wahla, & Bajpai, 2017)

El Salvador y la nanotecnología

El Salvador está dando pasos discretos respecto al tema de la nanotecnología y es a través del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG) que se están llevando a cabo investigaciones sobre las mejoras que podrían implementarse a los productos a través de la nanotecnología porque considera es un tema de suma importancia como uno de los componentes de la productividad (*El Diario de Hoy*, 2014).

En el país, existe un solo laboratorio dedicado a la investigación y práctica de la nanotecnología. Dichos esfuerzos se están realizando en el Laboratorio de Nanotecnología que pertenece al ICTI, en el cual ya se han manejado proyectos sobre la manufactura aditiva con impresión en 3D. Esta manufactura aditiva reside en añadir un material específico, que pudiera ser plástico u otro material, de forma controlada (en cantidades muy pequeñas) y de forma espontánea. El material se va fundiendo capa por capa hasta lograr el diseño deseado del objetivo del producto. Obteniendo el beneficio de no desperdiciar la materia prima.

Actualmente, el Laboratorio de Nanotecnología se enfoca en tres áreas: Materiales, donde se desarrollan materiales nuevos con propiedades nanométricas que los hacen especiales; Análisis, que consiste en medir el comportamiento de los nuevos materiales para llevar a la aplicación; y Prototipado, en donde se toman los nuevos materiales y se llevan a la aplicación con la idea de crear un nuevo producto o servicio (*El Mundo*, 2017).

Asimismo, el Dr. Oscar Picardo, director del ICTI, indica que “ya se están diseñando objetos utilizando plataformas informáticas de tipo Autocad, trasladando esos diseños a escala experimental utilizando plástico de diferentes tipos y un impresor 3D que fue adquirido en Holanda”.

De acuerdo al Dr. Picardo, “todo esto es con el fin de empezar a desarrollar prototipos de productos que sean utilizados en diversos sectores: industrias automotriz y aeroespacial, arquitectura, diseño, medicina e ingeniería, entre otros”.

Conjuntamente con lo antes expuesto, se está apostando a capacitar operadores y diseñadores que puedan trabajar en ambientes digitales para hacerle frente a este tipo de iniciativas y para los proyectos que se pretenden implementar a futuro. Actualmente se está realizando un estudio para identificar la presencia de nanopartículas de plástico en el agua (*El Diario de Hoy*, 2014).

Igualmente, el Dr. Rainer Christoph, director del Laboratorio de Nanotecnología del ICTI-UFG, expresó que ya cuentan con un microscopio nanométrico para explorar y estudiar diferentes fenómenos, el cual fue obtenido como parte de un proyecto Grants con apoyo de USAID. Dicho Laboratorio se inició con el objetivo de realizar investigaciones internas, pero actualmente el laboratorio funciona para investigaciones, programas y proyectos en conjunto con USAID y a mediano plazo para ser el apoyo en la industria para convertir diferentes productos cotidianos en productos nanomejorados (elmundo.sv, 2017).

Conclusiones

La nanociencia y la nanotecnología constituyen la próxima revolución científico-tecnológica en proceso de despliegue, con características de tecnología disruptiva, en tanto que los conceptos de manufactura, diseño y conocimiento serán transformados radicalmente.

La revolución de las nanotecnologías, si llega a concretarse siendo la esperanza de muchos sectores como una nueva revolución industrial, no será la panacea para la mayoría de la población mundial. Las tendencias económicas dentro de las cuales estas tecnologías se han desarrollado, de fuerte enlazamiento con las corporaciones transnacionales, de importante presencia en la industria militar, de fuerte concentración de la riqueza, hacen de estas tecnologías un instrumento del capital para aumentar la productividad del trabajo y, consecuentemente, las ganancias.

De acuerdo con estimaciones previas, el uso de la nanotecnología impacta favorablemente en los costos de producción, respecto del uso de materiales o tecnologías tradicionales.

Es importante reconocer que es muy importante la vinculación con los centros de investigación, pues ellos pueden aportar mucho en la caracterización de los materiales y en la validación de los mismos para que se puedan comercializar los productos una vez que estos dan el resultado deseado.

Estas innovaciones y creatividad en los productos que van surgiendo como desenlace de la nanotecnología resulta muy emocionante, ya que

cada día que pasa existe más expectación entre la población sobre los nuevos descubrimientos y aportaciones que nos resolverán el diario vivir de una forma más placentera y más eficaz. Obviamente el impacto que nos espera es de grandes proporciones.

Bibliografía

Ainia. (2009). Nanotecnología aplicada al envase. *Madrid+D*. Recuperado de: <http://www.madrimasd.org/informacionIDI/noticias/noticia.asp?id=39262>

Bajpai, V. K., Kamle, M., Shukla, S., Mahato, D. K., Chandra, P., Hwang, S. K., Han, Y. K. (2018). Prospects of using nanotechnology for food preservation, safety, and security. *Journal of Food and Drug Analysis* 26, 1201-1214 <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.06.011>

Científica Ltd. (2007). Half Way to the Trillion-Dollar Market? A Critical Review of the Diffusion of Nanotechnologies. *Científica*. Disponible en: http://www.cientifica.eu/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1

Confederacion de Consumidores y Usuarios. (2010). *Nanotecnología*. Disponible en: <http://cecu.es/campanas/seguridad/Nanotecnologia2.pdf>

Clunan, A.; Rodine-Hardy, K., Hsueh, R., Kosal, M., McManus, I. (2014). Nanotechnology in a globalized world: strategic assessments of an emerging technology. California, Estados Unidos: The Naval Postgraduate School Center on Contemporary Conflict. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317179263_Nanotechnology_in_a_globalized_world_strategic_assessments_of_an_emerging_technology

[in_a_globalized_world_strategic_assessments_of_an_emerging_technology](https://www.researchgate.net/publication/317179263_Nanotechnology_in_a_globalized_world_strategic_assessments_of_an_emerging_technology)

Diario El Mundo. (2017). ¿Qué es la nanotecnología y cómo puede salvar al planeta? *Diario El Mundo*. Disponible en: <https://elmundo.sv/que-es-la-nanotecnologia-y-como-puede-salvar-al-planeta/>

ETC Group. (2005). The potential impacts of nano-scale technologies on commodity markets: The implications for commodity dependent Developing countries. *South Centre Trade Research*. Disponible en: <http://www.southcentre.org/publications/researchpapers/ResearchPapers4.pdf>

Foladori, G., Invernizzi, N. (2009). Las nanotecnologías en la crisis mundial. *Polis Revista Latinoamericana* 23, Disponible en: <https://journals.openedition.org/polis/1776>

Hayes, W., Sahu, S. (2017). *Nanotechnology in the Food Industry: A Short Review*. Food Safety Magazine. Recuperado de: <https://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/februarymarch-2017/nanotechnology-in-the-food-industry-a-short-review/>

Harper, T. (2009). Nanotechnologies in 2009. Creative Destruction or Credit Crunch? White Paper. *Científica Ltd*. Disponible en: <http://www.cientifica.eu/files/Whitepapers/Nanotechnologies%20in%202009.pdf>

Joma, S. (2014). El Salvador da pininos en el campo de la nanotecnología. *El Diario de Hoy*. Disponible en: <https://www.elsalvador.com/noticias/nacional/el-salvador-da-pininos-en-el-campo-de-la-nanotecnologia/120083/2014/>

- Martín, A. (2016). Cómo ayuda la nanotecnología en la industria alimentaria. *El Español*. Disponible en: <https://omicono.elespanol.com/2016/06/nanotecnologia-en-la-industria-alimentaria/>
- Martínez, A. (2016). La nanotecnología está por todas partes (y tú sin darte cuenta). *El Diario*. Disponible en: https://www.eldiario.es/hojaderouter/ciencia/nanotecnologia-medicina-construccion-cosmeticos-alimentacion_0_548745236.html
- Matlack, C. (2005). Nano, Nano, On the Wall... L'Oreal and others are betting big on products with microparticles. *BusinessWeek*. Disponible en: http://www.businessweek.com/magazine/content/05_50/b3963100.htm
- Mendoza, G. y Rodríguez, J. (2007). La nanociencia y la nanotecnología : una revolución en curso. *Perfiles Latinoamericanos* 29, 160–186.
- Nano The Magazine for Small Science. (s/f). How the current economic crisis will affect nano. Nano. Disponible en: <http://www.nanomagazine.co.uk/readComment.php?id=3>
- Nanoespacio. (2009). Aplicaciones industriales de la Nanotecnología. Retrieved June 23, 2019, from <http://www.madrimasd.org/noticias/aplicacionesindustriales-de-la-nanotecnologia/41815>
- Nanotech Colombia. (2010). Productos con nanotecnología. *Nanotech Colombia*. Disponible en: <http://nanotech-col.blogspot.com/2010/06/productos-con-nanotecnologia.html>
- Nanowerk News (15 de mayo de 2008). NanoSphere At The Cutting Edge. *Nanowerk News*. Disponible en: <http://www.nanowerk.com/news/newsid=5727.php>
- Navarro, R. (2018). 10 avances de la Nanotecnología que debes conocer. *The New England Journal of Medicine*, 378, 2346-2348. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMc1803554>
- National Nanotechnology Initiative. (n.d.). Benefits and Applications. *Nano.gov*. Disponible en: <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2 de febrero de 2009). La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias. *Informe del Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI*. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/nano.pdf>
- Pérez, J., Gardey, A. (2009). Definición de nanotecnología-Qué es, Significado y Concepto. *Definición de*. Disponible en: <https://definicion.de/nanotecnologia/>
- Singh, T., Shukla, S., Kumar, P., Wahla, V., & Bajpai, V. K. (2017). Application of nanotechnology in food science: Perception and overview. *Frontiers in Microbiology*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01501>
- Todorova, V. (n.d.). 10 ventajas y desventajas de la nanotecnología Blog 1Global Translators. Disponible en: <http://1globaltranslators.com/news/10-ventajas-y-desventajas-de-la-nanotecnologia/>

United States Government Accountability Office. (2010). Nanotechnology: Nanomaterials Are Widely Used in Commerce, but EPA Faces Challenges in Regulating Risk. *Report to the Chairman, Committee on Environment and Public Works, U.S. Senate*, 1-58. Disponible en: <http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc302957/m1/1/>

Woodrow Wilson International Center for Scholars. (2006). A Nanotechnology Consumers Product Inventory. *Project on Emerging Nanotechnologies*. Disponible en: www.nanotechproject.org/index.php?id=44