

**Recibido:** Diciembre, 2020.

**Aceptado:** Febrero, 2021

# **La nanotecnología en el sistema económico: ¿beneficio real o artificio del capitalismo?**

## **Nanotechnology in the economic system: real benefit or artifice of capitalism?**

Adriana Mitani Cruz Cruz<sup>1</sup>

### **Resumen**

El capitalismo y la globalización del sistema económico han puesto en competencia a los países desarrollados por la creación de nuevas tecnologías en todas las disciplinas que, sin importar su aplicación, son vistas como una mercancía comercializable y como poderío hegemónico, aun cuando muchas de estas innovaciones son aportaciones que podrían mejorar las condiciones económicas, ecológicas, en salud, educación, etc. de los países menos desarrollados.

**Palabras clave:** nanotecnología, economía de la tecnología, ciclo económico, innovación, globalización, capitalismo, tecnología, economía ambiental, desenvolvimiento económico, empresa transnacional, subdesarrollo.

**Clasificación JEL:** O14.

### **Abstract**

Capitalism and the globalization of the economic system have put developed countries in competition for the creation of new technologies

---

<sup>1</sup> Docente de asignatura de la FES-Aragón, UNAM.

in all disciplines, which, regardless of their application, are seen as marketable merchandise and as hegemonic power, even though many of these innovations are contributions that could improve the economic, ecological, health, education, etc. conditions of less developed countries.

**Key words:** nanotechnology, economics of technology, business cycle, innovation, globalization, capitalism, technology, environmental economics, economic development, transnational corporation, underdevelopment

## 1. Introducción

A lo largo de la historia, los países desarrollados han sido los líderes en el desarrollo y comercialización de la tecnología, lo que no necesariamente implica que sean los pioneros de cada innovación. Los países subdesarrollados se mantienen a la espera de la importación esas innovaciones, aun cuando dichos países exportan los recursos para su fabricación y en la mayoría de los casos contribuyen en el proceso de producción con plantas manufactureras que operan bajo un régimen de explotación y salarios reducidos.

El capitalismo y la globalización del sistema económico han puesto en competencia a los países desarrollados por la creación de nuevas tecnologías en todas las disciplinas, que sin importar su aplicación son vistas como una mercancía comercializable y como poderío hegemónico, aun cuando muchas de estas innovaciones son aportaciones que podrían mejorar las condiciones económicas, ecológicas, en salud, educación, etc. de los países menos desarrollados.

Una de las ciencias más importantes en lo que va de este siglo es la nanotecnología que se encarga del estudio y manipulación de la materia a escala nanométrica, ( $10^9 = 0.000,000,001$ ) para la fabricación de productos a microescala empleados en diferentes disciplinas. Los países desarrollados han puesto especial atención en el estudio de la nanotecnología debido a la importancia en términos económicos que

generan los proyectos productivos y de impacto ambiental creados a partir de nanopartículas; entre los que se encuentran el tratamiento de aguas residuales, la mejora de la productividad agrícola, fármacos, regeneración celular, alimentos procesados, entre otros.

Como ocurre con la mayoría de las tecnologías, se hace hincapié en sus beneficios, pero se conoce poco sobre los daños que ocasiona; el caso de la nanotecnología no es la excepción, existen diferentes frentes para analizar sus efectos tanto económicos como ambientales, ambos relacionados en la misma esfera de crecimiento económico.

Actualmente Asia y Estados Unidos lideran la carrera en la compra de patentes para obtener beneficios comerciales en el sector nanotecnológico. Existe un proceso de concentración de patentes que está dejando las innovaciones en manos de pocos países, y un puñado de empresas cuyo objetivo es la centralización del capital destinado a investigación y desarrollo, de esta manera se apropián de los resultados y los comercializan en el mercado a muy altos precios. Los países menos desarrollados pagan los altos precios de las innovaciones, quedando cada vez más rezagados en la carrera del desarrollo tecnológico.

Los organismos internacionales como la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) califican la revolución nanotecnológica como un importante avance en el combate a la pobreza y a los problemas que aquejan a los países menos desarrollados, sin embargo, dejan de lado la apropiación de las innovaciones y el control político-económico de los países desarrollados en la distribución de las innovaciones a los países terciermundistas.

La revolución nanotecnológica es un fenómeno que está transformando los procesos productivos, la salud, la educación, la información, la carrera armamentista, el cuidado del ambiente y muchas otras ramas; de la misma forma que en su momento lo hizo la revolución industrial, la nanotecnología es el punto de quiebre de una nueva etapa del ciclo económico clásico.

## 2. Beneficios y Riesgos de la Nanotecnología en el medio ambiente

El primer concepto de nanotecnología surge en 1965 con la primera alusión de nanociencia por el ganador del premio nobel de física Richard Feynman, poco más de 20 años después, Eric Drexler emplea por primera vez el concepto de nanotecnología en su obra titulada *“Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology”*, Drexler sentó las bases para el estudio y la popularización del estudio de las moléculas a nano escala. La década de los 80’s fue el comienzo de una nueva tendencia en el estudio de la ciencia: la tecnología a microescala proporcionaba una nueva ventana de conocimiento en múltiples disciplinas. Los desarrollos tecnológicos a base de la nanotecnología se extendían por cada campo de especialización como la electrónica, la salud, los alimentos, entre otras. Durante los 90’s, la tecnología creció a pasos agigantados en lo que respecta a tecnologías de la información y la comunicación a base de microprocesadores, en el resto de las disciplinas también se lograron importantes adelantos que impactaron de diferentes maneras la forma de producir, de consumir y de vivir.

El comienzo del siglo XXI dio muestra de la gran velocidad a la que se pueden desarrollar y adoptar las nuevas tecnologías, además de los nuevos desarrollos, el nuevo siglo también trajo consigo nuevos retos en cuanto a la preservación del ambiente y la relación que tiene el mismo con el hombre y su propia naturaleza.

“La sociedad se ha caracterizado, especialmente en los últimos 200 años en alterar los ecosistemas con la dispersión de grandes cantidades de contaminantes derivados de las actividades industriales, del transporte, así como de cada uno de los aspectos de la actividad humana.” (Vázquez, 2015: 1)

El estudio de las ciencias ambientales ha puesto especial interés en la nanotecnología para prevenir más daños a los ecosistemas y de ser posible encontrar una manera de revertir el deterioro al que se ha sometido el planeta. La economía ambiental hace referencia a estos mismos objetivos, pero bajo la idea de que el estudio de nanoparticulas

puede encontrar métodos de remediación y restauración de los sitios contaminados de una forma eficiente y de bajo costo.

Los efectos a largo plazo del uso de la nanotecnología en el ambiente y en la salud aún son desconocidos, el gremio científico ha solicitado la realización de estudios ecotoxicológicos en cada experimento en el que se emplean las nanopartículas.

“Los posibles riesgos guardan relación con: el potencial de dispersión y exposición; el aumento de la probabilidad de reactividad química; la posibilidad de que las partículas sean portadoras de contaminantes y, así, permitan una difusión rápida y extensa; y lo complicado de recuperar materiales al final de su vida útil.” (CORDIS, 2007: 1)

Los efectos que más preocupan a los científicos se relacionan con la creciente exposición que tendrán las personas a las nanopartículas que pueden representar un peligro para los organismos vivos y los ecosistemas. Actualmente, en la rama de la salud es preocupante la toxicología<sup>2</sup> de las partículas que se incluyen en productos comercializables, como es el caso de los bloqueadores solares que contienen nanopartículas de dióxido de titanio por lo que la exposición al sol genera radicales libres que podrían degradar a los componentes del producto o bien atacar a las biomoléculas de las personas. Algunas nanopartículas pueden atravesar fácilmente la membrana celular y unirse de manera muy selectiva a las mitocondrias, pudiendo desde el punto de vista médico servir como liberadores muy eficientes de medicamentos, lo cual sería una aportación muy importante y beneficiosa para la medicina, sin embargo, si se esparcieran al ambiente en su forma activa podrían atacar indiscriminadamente a células de personas sanas. (Reyes, Nájera, Domínguez, 2017).

Otro de los riesgos del uso de la nanotecnología está directamente relacionado con el aspecto económico. En la actualidad ya se han realizado manipulaciones para sustituir la materia prima de la cual

---

<sup>2</sup> Ciencia que estudia las sustancias químicas y los agentes físicos en cuanto son capaces de producir alteraciones patológicas a los seres vivos, a la par que estudia los mecanismos de producción de tales alteraciones y los medios para contrarrestarlas.

dependen muchos países de Asia, África y América Latina, por ejemplo, el algodón o el caucho, quitándole así a por lo menos 106 millones de personas su fuente de ingresos. (Callisaya, 2013) La fabricación de estos productos sustitutos de los originales a menor costo podrían causar desequilibrios en los precios internacionales de los productos de más alto consumo, como es el caso de los transgénicos y los energéticos en donde los más afectados han sido los países en vías de desarrollo.

Los científicos que se dedican al estudio de la nanotecnología aseguran que su uso puede tener más impactos positivos que negativos, en la actualidad existen gran cantidad de aplicaciones a la vida cotidiana que promueven y benefician al cuidado del ambiente. Por ejemplo, la tecnología basada en nanotecnología de las lámparas de luz caseras ha disminuido en 10% el consumo de energía en Estados Unidos, con ahorros de más de 100 mil millones de dólares anuales. (National Nanotechnology Initiative, 2001). De la misma forma que en los riesgos y desventajas, el uso de materiales que reemplacen otros también puede ser un beneficio; la sustitución de materiales dañinos por elementos biodegradables (a mayor costo), como es el caso de los monitores de computadora que con anterioridad estaban hechos de tubos de rayos catódicos (CRT) y contenían muchos materiales tóxicos. La fabricación de nuevos monitores de cristal líquido, que son más pequeños, consumen menos energía y no contienen plomo (Ídem, Vazquez: 79), pero por supuesto esta sustitución implica un costo mayor.

Shanon Loyd director de la empresa especializada en desarrollo sostenible *First Environment* señaló en una entrevista para el diario el país que desde el punto de vista medio ambiental, la nanotecnología puede ser beneficiosa o dañina, puede contribuir a reducir la contaminación o a emitir nanopartículas tóxicas (Pisani, 2005).

Loyd asegura que se debe evaluar el ciclo de vida completo de un producto, desde su creación hasta su descomposición a lo largo del tiempo, sin dejar de lado el proceso de fabricación, el periodo de uso y su costo en términos ambientales y en términos monetarios.

Los evaluadores de los riesgos ecológicos advierten que los beneficios económicos del uso de la nanotecnología son inminentes para las empresas involucradas en el desarrollo, sin embargo, recomiendan cautela hasta que haya investigado más a fondo el impacto de las nanopartículas en el medio ambiente a largo plazo (Íbid.).

### **3. El uso de la Nanotecnología para proyectos sustentables en países subdesarrollados**

Científicos, economistas, gobiernos, empresas y organizaciones han fijado posturas diferentes frente a los riesgos y beneficios del uso de la nanotecnología, especialmente para los campos de la salud y el medio ambiente, sin embargo, pocas de ellas se han preocupado por las implicaciones sociales que generan las nuevas patentes altamente sofisticadas, que se producen en el mundo y las necesidades de los países en subdesarrollados.

La creciente población mundial necesita fuentes no contaminantes de energía a bajo costo. La nanotecnología tiene el potencial de proporcionar formas más limpias, más asequibles, más eficientes y confiables para aprovechar los recursos renovables.

El uso racional de las nanopartículas puede ayudar a los países en desarrollo a avanzar hacia la autosuficiencia energética y al mismo tiempo reducir la dependencia de los recursos no renovables, la contaminación de las fuentes de energía como los combustibles fósiles, sin embargo, los costos de investigación y desarrollo son muy altos. La apropiación de las patentes y las innovaciones por grandes corporativos ha hecho que esos beneficios tengan un precio muy alto para los países en desarrollo, cuya principal preocupación sigue siendo la política económica convencional.

La nanotecnología también puede ayudar a desarrollar una amplia gama de aplicaciones de bajo costo para aumentar la fertilidad del suelo y la producción de cultivos y por lo tanto para ayudar a eliminar la desnutrición, colaborador de más de la mitad de las muertes de niños menores de cinco años en los países en vías desarrollo (Singer, 2005).

Actualmente el uso de la tecnología en lo que respecta al sector agrícola y de producción de alimentos se ha empleado para intensificar la producción y minimizar los tiempos y los costos de fabricación sin tomar en cuenta los riesgos en materia de salud que pueden engendrar a largo plazo.

De acuerdo con la OMS (2015) una sexta parte de la población mundial carece de acceso al agua potable, las zonas más marginadas de Asia, África y América Latina carecen de aguas limpias. El uso de la nanotecnología en proyectos de saneamiento de aguas negras ha sido uno de principales proyectos impulsados por los científicos. Se ha logrado desarrollar sistemas de nanofiltro de que consisten en membranas inteligentes que filtran las bacterias y los contaminantes del agua. En este rubro existe una buena cantidad de desarrollo científicos que de maneras distintas logran aislar los contaminantes del agua para volverlos completamente potables.

Desalinizar y potabilizar el agua todavía se piensa como un proceso costoso, sin embargo, los adelantos tecnológicos realizan proyectos con altos costos en lo que respecta a inversión, pero costos mínimos y grandes beneficios a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en 2009 salió a la luz Lifesaver, un filtro de agua con bombeo manual y portátil que, mediante nanotecnología criba, en algunos segundos, bacterias, virus, parásitos, hongos y otros patógenos transmitidos por el agua. Además, un filtro de Lifesaver dura lo suficiente como para producir 6.000 litros de agua. Y el sistema se clausura en cuando se agota para evitar que el usuario pueda beber agua contaminada, el proyecto se considera funcional en casos de emergencia o bien en excursiones o cuestiones de supervivencia. No obstante, todo depende de la magnitud y el dinero invertido. Según su creador, un ingeniero inglés llamado Michael Pritchard, un bidón que use el filtro Livesaver puede producir 25.000 litros de agua, y hacerlo funcionar cuesta solo medio centavo al día. Invirtiendo 8.000 millones de dólares, se ofrecería agua potable a la mitad de las personas del mundo sin acceso a la misma. Por 20.000 millones, todo el mundo tendría acceso al agua potable. (Xataka Ciencia, 2015)

Los proyectos para mejorar las condiciones ambientales crecen día con día a la par de la preocupación del agotamiento y desgaste de los recursos naturales, pese a que los esfuerzos se han multiplicado, los beneficios del desarrollo tecnológico no están llegando a los lugares en donde más se necesitan. Los países considerados como pobres no tienen a su disposición alguno de estos nuevos proyectos ni siquiera en términos experimentales, y el desarrollo propio de dichos proyectos es nulo. De ahí el cuestionamiento razonable ¿por qué los desarrollos tecnológicos en materia de salud, medio ambiente y auto sustentabilidad no están llegando a donde se necesitan? la respuesta probablemente halle sus orígenes en los conceptos y principios básicos de la economía como lo es la apropiación del capital y el propio capitalismo.

#### **4. Comercialización y concentración de las innovaciones para el crecimiento económico**

El mercado de la nanotecnología todavía se encuentra limitado, las industrias y empresas de los países desarrollados invierten cada vez más dinero en innovaciones capaces de competir en el mercado tecnológico. Los grandes descubrimientos en materia de ciencias, salud, electrónica y comunicaciones son propiedad de los grandes consorcios, las trasnacionales más grandes del mundo, los laboratorios líderes y las empresas que inician en el ramo, todos están compitiendo ferozmente para obtener el control monopólico del mercado colosal de la nanotecnología. La nanotecnología es un sector estratégico, con un enorme potencial de creación de valor.

El sector público también tiene participación en este ramo, casi todas las universidades de prestigio (públicas y privadas) tienen algún centro especializado en este campo, no obstante, casi la mitad de las patentes concedidas en los Estados Unidos son solicitadas por empresas. En la carrera por liderar este nuevo sector tecnológico, no se trata de lo rápido que uno progresá, sino de cómo lo hace con respecto a los otros; y en el caso de la nanotecnología el crecimiento de algunos países en los últimos años ha sido espectacular. El caso de China es el mejor ejemplo,

su inversión estratégica lo ha colocado como el segundo país en el número de publicaciones y el quinto en el número de patentes en nanotecnología. (García, 2008: 5) Los países que han apostado por la nanotecnología desde hace años con inversiones públicas decididas presentan una buena relación de generación de patentes.

Las patentes permiten medir los resultados para la incorporación de nuevas tecnologías en el mercado y la sociedad. Las patentes se utilizan como medida de protección y compensación al inventor, proporcionándole un mercado monopolizado en un territorio durante un periodo de tiempo, usualmente de 20 años (SIC, 2011). La aplicación de las patentes sólo tiene validez en el territorio donde fueron solicitadas. No obstante, es posible someter a través del Tratado de Cooperación en la materia de Patentes (TCP) una solicitud para cualquiera de los 146 países que hacen parte del tratado. (OMPI, 2012). Al disfrutar de derechos exclusivos por un período determinado, un inventor puede recuperar lo que ha invertido y gastado en concepto de I+D.

Existe un debate alrededor del concepto de patentes, pues para los países desarrollados las patentes estimulan la capacidad inventiva, otorgando un incentivo de utilidad monopólica al creador, según la teoría económica, el mercado no proporciona incentivos suficientes para la innovación, a manera de compensación a esta deficiencia, las patentes proporcionan el incentivo suficiente para explotar la capacidad creativa.

“La Economía no ha desarrollado todavía ningún aparato analítico que nos permita pronunciarnos acerca de la productividad relativa de esta particular industria naciente -la producción de inventos; ni proporciona ningún criterio para aprobar este método especial de estímulo” (Katz, 1976).

La propiedad intelectual de los adelantos científicos, potencializa la competencia y la investigación en lo que respecta a empresas, no obstante, a nivel país se considera que el sistema de patentes podría significar un obstáculo en el desarrollo de tecnología.

“Dadas las diferencias existentes entre los países, habría que preguntarse si es acertado aplicar en todos ellos una misma norma en materia de patentes. Para elaborar estrategias nacionales eficaces, puede ser necesario considerar los requisitos y prioridades particulares de cada país. Contestando a las preguntas relativas al importante lugar que puede ocupar el sistema de patentes en el fomento del desarrollo y la erradicación de la pobreza se contribuirá sin duda a entender mejor el papel que desempeña dentro del conjunto más amplio de medidas políticas nacionales de desarrollo y a formular una política de patentes acorde con los intereses de cada país.”(OMPI, 2009).

Se ha generado una controversia en lo que respecta a las patentes de países desarrollados y subdesarrollados. Se creería que los países que otorgan mayor número de patentes son los que poseen la mayor cantidad de innovaciones sin embargo, se ha comprobado que la cuestión no necesariamente obedece a esas razones, el número de patentes no es consistente con el número de investigadores y la cantidad de recursos financieros gastados en Investigación y Desarrollo. Al igual que los países en subdesarrollado se ha encontrado que las patentes se originan en dos fuentes:

- Patentes locales generalmente otorgadas a inventores independientes o a pequeñas firmas locales, y
- Patentes registradas por empresas multinacionales.

Estas últimas representan por amplio margen la mayor proporción de patentes otorgadas en un país en desarrollo (Huepe, 1982).

De esta manera, el registro de patentes no es el claro reflejo de las innovaciones que se llevan a cabo en el país, en la mayoría de los casos solamente es una manera de control de los precios en el mercado. La gran parte de nuevos procesos o productos que se emplean o introducen en los países subdesarrollados, han sido desarrollados originalmente en los países avanzados y no están protegidos por patentes cuando son utilizados en la economía local. Por lo tanto, las patentes no son un incentivo necesario para dar a conocer secretos tecnológicos en un país que no desarrolla su propia tecnología, sino que la obtiene copiándola de los países que la crean (Ibíd.).

Las patentes nanotecnología o en cualquier otra rama son al final un control de mercado en el sistema económico actual. La justificación de ser un incentivo a la innovación va de la mano con las políticas de crecimiento globalizado en donde las empresas multinacionales son los principales agentes propietarios de los medios de producción y monopolizadores del conocimiento.

## **5. La revolución nanotecnológica en el ciclo económico (Nuevos Schumpeterianos)**

Joseph A. Schumpeter fue un economista que destacó por sus investigaciones del ciclo económico en donde sus ideas principales versaban en torno al concepto de “destrucción creativa” como motor clave del desarrollo capitalista, la innovación como parte del mismo proceso de destrucción creativa. Además, describe la competencia entre agentes como su capacidad diferencial para generar nuevos productos, procesos y formas de organización a las que llama “nuevas combinaciones”. La idea central de las ideas de Schumpeter era la destrucción de las combinaciones existentes para crear nuevas, de ahí su postura general en torno al sistema capitalista que señala que la desintegración sociopolítica del capitalismo, se destruiría debido a su propio éxito. (Viksnins, 1997).

En la opinión de Schumpeter el desarrollo económico tuvo que verse como un proceso de cambio cualitativo que está determinado por la innovación. La innovación, concebida como una nueva combinación de recursos existentes tendría que ser realizada por el empresario. Schumpeter utilizó su teoría dinámica para analizar el desarrollo a largo plazo de la economía, según su teoría, las ondas de Kondratieff (K-Waves)<sup>3</sup> comienza con las innovaciones tecnológicas, que luego se

---

<sup>3</sup> Fluctuaciones cíclicas de largo plazo o ciclos largos de la actividad económica. Su duración es de 47 a 60 años durante los cuales se alternan un período de alto crecimiento, en el cual las coyunturas de prosperidad son más marcadas y duraderas, y un período de crecimiento relativamente lento, en el cual las crisis son más fuertes y las depresiones más prolongadas. (Spiethoff, 1923)

convierten en las piedras angulares de una prolongada recuperación económica.

Actualmente las innovaciones se han agrupado en cierta industria y desencadenan nuevas ráfagas de productividad en toda la economía. Según la teoría dinámica de Schumpeter existen cinco formas básicas de innovación que son la fuente de un cambio económico:

1. Creación de nuevos productos
2. Creación de nuevos métodos de producción (Innovación de procesos)
3. Creación de nuevos mercados o posibilidades de comercialización
4. Empleo de nuevas materias primas
5. Creación de nuevas organizaciones industriales (cambios en la conducta empresarial) (Schumpeter, 1911).

Según Schumpeter, la dinámica de cambio interna de una economía capitalista la innovación es la “razón”, el empresario es el “sujeto” que lleva a cabo la innovación y préstamo bancario es el instrumento. Schumpeter define la economía capitalista como un proceso interminable de “destrucción creativa”.

En el año de 1911, cuando fue publicada la teoría del desenvolvimiento económico de Schumpeter, no existía mucho entendimiento sobre el desarrollo tecnológico y la importancia que este tenía en el ciclo económico; actualmente la tecnología a avanzado a pasos agigantados y los conceptos propuestos renacen. Los Neo-Schumpeterianos han desarrollado una teoría que combina la teoría de las ondas largas de Kondratieff con la Teoría del Desarrollo Económico de Schumpeter y que se centra en el proceso de desarrollo capitalista sobre el cambio tecnológico.

La nanotecnología, es una de las tecnologías que tiene un gran potencial para el crecimiento económico. Algunos autores han sugerido que las nanotecnologías serán parte de la próxima revolución tecnológica porque tienen el potencial de crear grandes cambios en tecnologías, productos e industrias, con implicaciones sociales y económicas a largo plazo (Pérez, 2002).

Un nuevo cambio de paradigma económico reclamará que los viejos sistemas deban ser diseñados de nuevo como un todo, para crear un nuevo sistema de producción basado en la nanociencia. La nanotecnología tiene importantes implicaciones para la mayoría de los sectores, como la medicina, la información, la energía, los materiales, la fabricación, la instrumentación, la alimentación, el agua, el medio ambiente y la seguridad como áreas clave, por esta razón puede reconocerse como un punto medular en la creación de un nuevo paradigma económico.

En los próximos años, la necesidad de la nanotecnología para muchos campos será más notable. El carácter multidisciplinario del nuevo paradigma tecnológico basado en Nanotecnología permite pensar en la incorporación de estas innovaciones a las actividades basadas en los recursos naturales y otras áreas, sin embargo, para que esto dé lugar a un cambio en el perfil de especialización de países en vías de desarrollo, las innovaciones se tienen que dar localmente. La demanda de tecnología del sector agropecuario, la medicina, así como las generadas en industrias debería ser cubierta a nivel local a través del desarrollo de sectores de manera endógena.

## **Conclusión**

A partir del desarrollo de las comunicaciones y el auge de las tecnologías de la información el mundo se ha visto inmerso en un constante cambio; una nueva revolución tecnológica está surgiendo de desarrollos como la biotecnología y la nanotecnología, la explotación de los recursos naturales y la modificación de los procesos productivos por el agotamiento y sobreexplotación de los mismos está marcando la pauta para un nuevo paradigma económico.

En el estudio de la nanotecnología han nacido innovaciones que pueden ayudar a controlar la desmesurada explotación de los recursos naturales, así como también podrían llegar a ser un paso adelante en el combate a la pobreza en los países menos desarrollados. La energía solar a bajo costo, las comunicaciones inalámbricas rurales, las computadoras de bajo costo, la purificación del agua, los vehículos

híbridos y las invenciones en materia de salud son capaces de transformar el mundo como se conoce, podrías cambiar los métodos de producción en cada uno de los sectores productivos impactando directamente al ciclo económico. Los países que se beneficiarán de un desarrollo de las innovaciones, serán los países con las habilidades de producir, utilizar, adaptar y comercializar estas nuevas tecnologías en calidad de propietarios de las innovaciones y beneficios de las mismas a través de patentes.

Las patentes han desempeñado el papel de instrumento de control y regulación del mercado para los países desarrollados y para la propia teoría económica, siendo un obstáculo para la utilización de los productos de investigación de manera libre, sin embargo, el uso de patentes resulta ser justa para algunos autores que plantean que la inversión en investigación y desarrollo no puede ser hecha de manera altruista, sino que debe obedecer a la obtención de beneficio tal y como lo dicta el sistema capitalista.

Se observa expresamente que cientos de centros de investigación y departamentos de nanotecnología de las universidades se están estableciendo en Estados Unidos, China, Japón, y algunos otros países, el personal experto está produciendo información y tecnología principalmente para los intereses nacionales y luego para los intereses comerciales. Esto llevará a que la brecha entre los países desarrollados y los países subdesarrollados crezca cada vez más y los países que poseen nanotecnología se fortalecerán en términos de riqueza, defensa nacional y economía.

En términos ambientales, la nanotecnología sugiere una gran cantidad de innovaciones que sustituyen el uso de los recursos naturales evitando su inminente explotación y agotamiento, no obstante, existe su contraparte en los residuos tóxicos, la basura tecnológica y los daños a la salud de todos los seres vivos.

Sin duda los avances tecnológicos, como lo decía Schumpeter, son un punto medular en el ciclo económico y la transformación del mismo, el capitalismo en su fase imperialista ha adoptado dichos avances en el intento de preservar el sistema. Ha desdeñado la importancia de las

innovaciones para beneficio de los países pobres y las ha comercializado de manera mezquina. Actualmente la tecnología funge como la principal herramienta del sistema en el control de los precios y los mercados. También es un nuevo paradigma que está ampliando la brecha de desigualdad a nivel micro y macroeconómico.

El desarrollo de una ciencia tan importante como la nanotecnología ha dado paso a la reinvención y recuperación de teorías económicas como la de Schumpeter que planteaban cambios en el ciclo económico a base de los cambios tecnológicos, la innovación y el papel de los empresarios, instituciones y hasta bancos en el proceso. Las teorías que han sido ignoradas y desplazadas por los pensamientos clásicos han resultado de mucha utilidad en el entendimiento de los nuevos paradigmas económicos.

## Referencias

- Callisaya Villaroel, F. (2003). Riesgos de la Nanotecnología, *Revista de Información Tecnología y Sociedad*, Revistas Bolivianas, Revistas electrónicas en línea, p. 88.
- García Martínez, Javier (2008). Nanotecnología: un sector estratégico en innovación y creación de valor, *Economía Exterior*, Núm 44.
- Huepe, Claudio (1982). Discusión general acerca del sistema de patentes, *Revista Espacios*, Vol. 3. <<http://www.revistaespacios.com/a83v03n01/83030110.html>>
- Katz, J. (1976). *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales, Programas y proyectos, Aguas Saneamiento y Salud*. <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/)>
- National Nanotechnology Initiative. (2001). *The initiative and its implementation plan*; NSTC/NSET report, marzo 2001, Washington D. C. <[www.nano.gov/nsetrpts.htm](http://www.nano.gov/nsetrpts.htm)>.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2012). *Tratados administrados por la OMPI*. Miembros de los órganos de la OMPI. Retrieved Sep 20 2012, 2012, from

- <[http://www.wipo.int/treaties/es>ShowResults.jsp?lang=es&search\\_hat=B&bo\\_id=13](http://www.wipo.int/treaties/es>ShowResults.jsp?lang=es&search_hat=B&bo_id=13)>.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2009). *El desarrollo económico y las patentes*. <<http://www.wipo.int/patent-law/es/developments/economic.html>>
- Parra, Sergio. (2015), Proyectos de nanotecnología para conseguir agua potable para todo el mundo, *Xataka Ciencia*, <<https://www.xatakaciencia.com/tecnologia/proyectos-de-nanotecnologia-para-conseguir-agua-potable-para-todo-el-mundo>>
- Vazquez, Duhalt. (2015). Nanotecnología en procesos ambientales y remediación de la contaminación, *Mundonano UNAM*, Vol. 8, No. 14.
- Viksnins, George (1997). *Economic Systems in Historical Perspectiv*, Kendall Hunt Publishing Company.
- Perez, C. (2002). *Technological Revolutions, Paradigm Shifts And Socio Institutional Change* Reinert, Erik (ed) Globalization, Economic Development and Inequality: An alternative Perspective, Edward Elgar, Cheltenham, UK Northampton, MA, USA, 2004.
- Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo CORDIS. (2007). *Comisión Europea*, Entrevista a David Rickerby, European Comission.
- Spiethoff, Arthur. (1923). *Krisen*. Handwörterbuch der Staatswissenschaften VI: 8-91, 4a. Ed. Jena.
- Schumpeter J. (1911). *Teoría del Desenvolvimiento Económico*, Fondo de Cultura Económica, Edición Impresa en el 2000, Trad. México.
- Sociedades de Información Crediticia. (2011). *ABC de la Propiedad Industrial*. Bogota D.C.: Superintendencia de Industria y Comercio.
- Singer, A. Peter (2005). *Harnessing Nanotechnology to Improve Global Equity*, ISSUES in science and technology, Volume XXI, Issue 4.
- Pisani, Francis (2005). La nanotecnología frente a sus riesgos, *El país (Ciberpaís)*. <[http://elpais.com/diario/2005/12/01/ciberpais/1133405483\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2005/12/01/ciberpais/1133405483_850215.html)>
- Reyes, Horacio, Nájera Hugo, Domínguez Arturo (2017). *La nanotecnología y sus riesgos: el surgimiento de la nanotoxicología*, Razón y Palabra, Departamento de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Cuajimalpa, México.