

La ciencia y la tecnología ante la crisis mundial: un debate abierto**Science and technology in the face of the global crisis: an open debate**

Germán Sánchez Daza¹
María Eugenia Martínez de Ita
Héctor David Sotomayor Castilla

Resumen. El objetivo del artículo es identificar el vínculo entre la crisis mundial y el desarrollo tecnocientífico, analizando los debates en torno al papel de la ciencia y la tecnología tanto en la crisis como en su posible solución; se argumenta que la crisis tiene un carácter multidimensional –alimentaria, climática, energética- y cuestiona al modelo de acumulación neoliberal y al mismo desarrollo tecnocientífico. Para ello se hace revisión de los planteamientos de los organismos internacionales dominantes, así como de otras perspectivas relevantes. El análisis demuestra que si bien la producción de conocimiento tecnocientífico adquiere gran relevancia para el desempeño económico y social, sus alcances están condicionados por los intereses hegemónicos de los países centrales y de los grandes capitales transnacionales, quienes definen el rumbo y formas de producción de ese conocimiento, que además concentran tanto de las capacidades de producción como de sus resultados.

Abstract. The aim of the article is to identify the link between the global crisis and techno-scientific development, analyzing the debates around the role of science and technology both in the crisis and in its possible solution; it is argued that the crisis has a multidimensional nature -alimentary, climatic, energetic- and puts into question the neoliberal accumulation model and the same techno-scientific development, which is functional to the model. For this purpose, a review is made of the approaches of the dominant international organizations, as well as other relevant perspectives. The analysis shows that although the production of techno-scientific knowledge acquires great relevance for economic and social performance, its scope is conditioned by the hegemonic interests of the central countries and the great transnational capitals, who define the direction and forms of production of that knowledge, which also concentrate both the production capacities and their results.

Palabras clave: cambio tecnológico, economía mundial, revolución industrial

¹ Investigadores de la Facultad de Economía, BUAP, C. E. german.sanchez@correo.buap.mx, mariae.martinez@correo.buap.mx, hector.sotomayor@correo.buap.mx, respectivamente.

Key words: technical change, world economy, industrial revolution

Códigos JEL: O00, O30, P00, P16

Introducción

El comportamiento de la economía mundial durante los últimos años ha sido la principal preocupación en las agendas internacionales, su bajo crecimiento a partir de la crisis de 2008 ha cuestionado su forma de funcionamiento en el mediano y largo plazo. Las explicaciones de las instituciones internacionales sobre tal desempeño han ido transitando desde lo financiero hacia la identificación de causas estructurales y elaborando políticas que incidan en un mejor funcionamiento. Sin embargo, de manera simultánea se han desenvuelto un conjunto de problemáticas que ponen en discusión tanto el carácter de la crisis como sus determinantes. Siendo el desarrollo científico y tecnológico uno de los pilares del desempeño económico y social contemporáneo, se han ido formulando expectativas sobre su papel en la crisis mundial y en su posible salida, abriéndose un debate de suma importancia en torno a sus potencialidades y consecuencias.

Es en este contexto que se propone el presente artículo, que tiene como objetivo identificar el vínculo entre la crisis mundial y el desarrollo tecnocientífico, analizando los debates en torno al papel que juega la ciencia y la tecnología tanto en la crisis como en su posible solución. Para ello, en el primer apartado se hace un análisis de la crisis mundial y sus fundamentos tecnoproductivos, para que a continuación se establezca la relación existente entre el desarrollo tecnocientífico con las crisis alimentaria, climática y energética; en el tercer apartado se hace una exposición de los debates en torno a las nuevas tecnologías como salida de la crisis, y, finalmente, nos detenemos en el estudio de las tendencias actuales de las actividades de investigación y desarrollo, que, sostenemos, cuestionan a las propuestas tecnoligicistas como salida de la crisis mundial.

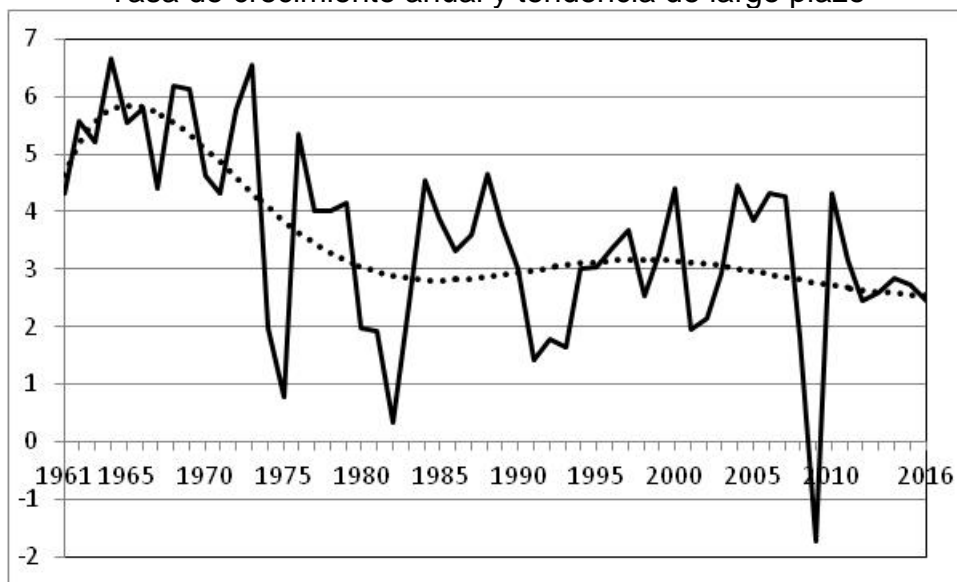
Crisis y estancamiento mundial: productividad y tecnología como fundamento

El lapso que va del presente siglo ha sido marcado por el bajo crecimiento de la economía mundial, 2.8% promedio anual, el cual se expresó en un ínfimo 1.5% de incremento del PIB per cápita; el periodo inició con la crisis vinculada a lo que se denominó la burbuja de las *punto com*, es decir con las expectativas de desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) y la concomitante especulación financiera, para que, seis años después, se desencadenara la crisis hipotecaria-financiera, que dio pie a un largo estancamiento en la economía mundial².

² Al respecto, en abril de 2016, el Fondo Monetario Internacional (FMI) señalaba que la recuperación de la crisis de 2008 se estaba dando de manera muy lenta, de tal manera que denominaba su informe como "Un crecimiento demasiado lento por demasiado tiempo", caracterizando así la situación de la economía mundial (ver IMF, 2016); si bien para octubre de

Lo anterior se ilustra con el gráfico 1, en el que se presenta la tasa de crecimiento del PIB mundial de 1961 a 2016, que muestra claramente los ciclos económicos por los que ha atravesado, pero también se observa la tendencia de largo plazo, que marca el auge del modelo de acumulación keynesiano-fordista, su agotamiento y el periodo de transición hacia la instauración del modelo neoliberal, con sus tres ciclos de corto plazo. Desde nuestra perspectiva, lo que sucede a partir de 2008, no es solo una crisis cíclica, sino es la manifestación del agotamiento del mismo modelo neoliberal.

Gráfico 1. Crecimiento del PIB mundial 1961-2016
Tasa de crecimiento anual y tendencia de largo plazo



Elaboración propia con base en IMF, 2017

Si bien la crisis mundial de 2008 inicia en el sector hipotecario (vinculado con el de la vivienda) y de manera inmediata se convierte en una crisis financiera, por lo que las explicaciones dominantes sobre sus causas se reducen a esta dimensión, sin embargo sus determinantes la definen como una crisis de sobreproducción, resultado de las contradicciones en que se lleva a cabo el proceso de acumulación mundial; al respecto, se pueden citar los análisis de autores como Caputo (2010), Katz (2010) y Husson (2013), entre otros, en el que se demuestra que la lógica de reproducción del capital a lo largo del modelo neoliberal ha venido generando un conjunto de desajustes en distintos niveles – financieros, productivos, comerciales, distribución, etc.- que son los que le han llevado a su agotamiento.

En este sentido, es pertinente señalar que uno de los argumentos sobre el *estancamiento secular* -que se refiere a la prolongada espera de la recuperación de la crisis de 2008- es su vínculo con el deterioro del crecimiento de la productividad. Este problema es planteado tanto por la Organización para la

2017 auguraba su mejoramiento, también mostraba que había signos que oscurecían las perspectivas (ver IMF, 2017).

Cooperación y el Desarrollo (en adelante OECD, por sus siglas en inglés) como por el Fondo Monetario Internacional (FMI) al relacionarlo con el producto potencial; es decir con el uso eficiente de los factores de producción de acuerdo a las condiciones de estabilidad macroeconómica y de mercado (Sarwat y Saber, 2013).

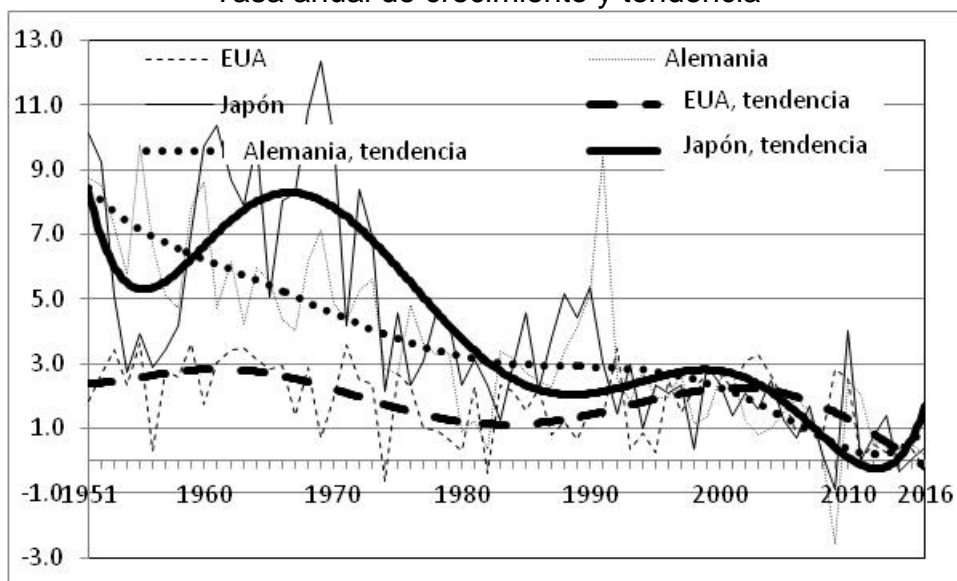
Desde la perspectiva de la crítica de la economía política, el problema nos remite a la productividad laboral, que es uno de los elementos determinantes de la tasa de ganancia y del mismo proceso de acumulación (Marx, 1985). Como lo argumenta Husson (2015: 3):

Así pues, el debate sobre el estancamiento secular se puede interpretar de la siguiente manera: si el capitalismo es incapaz de producir nuevos aumentos de productividad, ¿puede recuperar un dinamismo renovado sin volver a caer en las distorsiones y contradicciones del modelo neo-liberal? Está claro que esta cuestión va más allá de una lectura 'financiarista' de la crisis y que su interés reside en poner el acento en los 'fundamentos' del capitalismo.

En este sentido, destaca que una de las características centrales del modelo de acumulación neoliberal es que la tasa de ganancia ha tenido una tendencia al alza desde fines de la década de los ochenta en tanto que la tasa de acumulación ha tendido hacia la baja, lo cual retroalimenta el proceso de expansión financiera, y con ello el carácter especulativo del mismo modelo (ver Caputo, 2010; Husson, 2010; Duménil y Levy, 2011).

Gráfico 2. Productividad del trabajo en Alemania, Estados Unidos y Japón 1951-2016

Tasa anual de crecimiento y tendencia



Elaboración propia con base en Conference Board, 2017

En el gráfico 2 se muestran los datos de la productividad del trabajo para tres economías dominantes o avanzadas, desde 1951 hasta 2016; al igual que en el gráfico 1, se aprecian las tendencias de los modelos keynesiano-fordista y el neoliberal, en este último caso se observa el rápido deterioro del aumento de la productividad a partir del presente siglo. Esta tendencia muestra la incapacidad que ha tenido el modelo neoliberal para relanzar al capitalismo hacia su *belle époque* de la posguerra, esto pese a la flexibilidad laboral y el cambio tecnológico impulsados desde sus inicios, por lo que se puede plantear que esta tendencia de la productividad laboral cuestiona las condiciones socioproductivas en que se basa el modelo de acumulación neoliberal. Para el objetivo de este artículo, nos interesa discutir únicamente los aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología, que son fundamentales tanto para la tasa de ganancia como de la misma productividad.

En este sentido, es pertinente destacar que el FMI (2015) explica que el menor crecimiento de la productividad es atribuido a diversos elementos, entre los cuales se ubica de manera central el funcionamiento del mercado de trabajo – significado por sus “altos costos y rigideces” en el mismo proceso productivo– así como el uso ineficiente de las TICs. Sobre estas últimas argumenta que si bien los avances tecnocientíficos permitieron un gran desarrollo e impacto económico, su trascendencia y difusión no fue profundo en los mismos procesos de producción; en el caso de las economías avanzadas la productividad total de los factores había tenido un menor crecimiento desde el periodo previo a la crisis mundial (2001-2007), en tanto que para el siguiente periodo disminuyó en todas las economías, comportamiento explicado de manera determinante por la manera en que se expandió del uso de las TICs. Desde este punto de vista, la crisis está vinculada con el despliegue y agotamiento de lo que se denominó la revolución de las TICs.

Crisis mundial...alimentaria, climática y energética: patrones productivos y tecnológicos

Como es conocido, de manera simultánea a la crisis financiero-productiva iniciada en Estados Unidos en 2007 se expresan las contradicciones de las formas de acumulación en el sector agroalimentario mundial; a partir del año de 2003 se elevan los precios de los granos básicos, agudizándose cuatro años después, cuando los capitales especulativos huyen de los sectores de la vivienda y se refugian en el mercado de granos, definiendo así la crisis alimentaria entre 2007-2008. Las consecuencias inmediatas fueron funestas, se incrementaron la pobreza y el hambre en el mundo, en particular en algunas regiones y países, de tal forma que se llega a plantear que el número de personas que sufría hambre casi alcanzó los mil millones (De Schutter y Kaitlin, 2011). Las explicaciones de esta tragedia señalan entre otros desencadenantes, además de la financiarización, a fenómenos ‘naturales’ (sequías, inundaciones), el incremento de la demanda en algunas regiones, las decisiones políticas de países exportadores (en especial economías avanzadas, y centralmente Estados Unidos) que colocaron sus existencias, así como el uso creciente de agrocombustibles.

Sin embargo, los determinantes son estructurales, se trata de las características que imprimió el modelo de acumulación neoliberal al sector agroalimentario mundial, del agotamiento del paradigma tecnoeconómico basado en la industrialización del sector agrícola, que permitió la alta concentración y expropiación a los campesinos y comunidades agrarias, estimuló la tecnificación a fin de elevar la productividad en detrimento de la diversidad y recuperación natural de los suelos así como la precarización del empleo agrícola (Kay, 2016). Hay que destacar el papel que juega el cambio en el modelo de consumo, en el que adquirió un mayor peso la ingesta de carne y, por tanto, la demanda de alimentos para ganado, lo cual implicó la deforestación para ampliar tanto la frontera agrícola como los pastizales.

A. Bartra argumenta que la crisis alimentaria, y la existencia de población con hambre y en situaciones miserables no es una cuestión de escasez de alimentos, sino de las condiciones de producción y distribución, del predominio de los intereses de las grandes empresas transnacionales –quienes dirigen la cadena alimenticia y que son las productoras de granos mejorados:

El viejo modelo de irrigación, mecanización, mejoramiento de semillas, fertilización y control de plagas no sólo se agotó, también mostró su consustancial irracionalidad como paradigma único. Suya es la responsabilidad mayor por la debacle campesina, pero también por la degradación de los suelos que, según la Convención de Lucha contra la Desertificación, organismo de la ONU, se extiende sobre 30% de la superficie terrestre y, junto con la deforestación, contribuye con el 20% al calentamiento global. (Bartra, 2008: 17).

Señala que otro determinante de la crisis ha sido el creciente uso de productos agrícolas como insumos energéticos, agrocombustibles, generando así una demanda industrial que afecta la seguridad alimentaria mundial y estimula el incremento de la productividad sin escatimar consecuencias; este empleo se aceleró a partir de la década de los noventa, de tal forma que el 5% de la producción de cereal en el mundo es usada como agrocombustibles, en el caso de Estados Unidos cerca de un cuarto de su producción de maíz se dedicó a la generación de etanol en 2008.

De esta forma, el incremento de la demanda de agrocombustibles vincula esta crisis alimentaria con el patrón energético y el cambio climático.

Respecto al patrón energético hay que considerar que pese al visible agotamiento del recurso petrolero y de los impactos ambientales de los combustibles fósiles, se sostienen estos como principal fuente de energía, si en 1990 proporcionaban el 78.7% de la energía mundial, en 2014 era 80.8% y se calcula que para 2050 seguirán predominando con el 77% (59% en el mejor de los casos) (WEC, 2013). En tanto que la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el mundo sigue aumentando, siendo la del CO₂ la de mayor contribución (cercana al 80%); en particular las emisiones antropógenas anuales de GEI ha pasado de 38 Gt. Equivalentes anuales en 1990, se incrementa a 40 Gt. diez

años después, alcanzando las 49Gt. en 2010, es decir que ha ido aumentando aceleradamente en los últimos años (IPCC, 2015).

La demanda energética mundial está definida por el modelo industrial desarrollado, el actual patrón es resultado de la segunda revolución científico técnica, en la cual se consolidan como principal fuente de energía los combustibles fósiles y la industria automotriz como uno de los ejes de acumulación y expansión del capital. Asimismo, a lo largo del Siglo XX se genera y difunde un modo de consumo que implica grandes cantidades de energía, esto se puede apreciar si comparamos el uso de energía entre Estados Unidos y España, que en 1960 era de 5,641.7 y 530.6 kg de equivalente de petróleo per cápita, que expresa los diferentes niveles de consolidación del modo de consumo alcanzado en ese año, en cambio para 2016 el uso de energía era de 6,800.6 y 2,571.1 respectivamente, en tanto que el promedio mundial era de 1,920.0 (datos obtenidos de Banco Mundial, 2017); la aproximación entre esos países expresa la difusión del modo de consumo predominante a nivel mundial.

El peligro que encierra el sostenimiento del patrón energético imperante ha sido planteado desde hace ya casi cincuenta años, la elevación de la temperatura como consecuencia de la emisión de GEI ha sido analizada ampliamente, planteando diversos escenarios en los que se incluyen acciones mundiales de mitigación en todos los ámbitos, pero los rangos de elevación de la temperatura – en relación a los niveles preindustriales- oscilan entre 1.5 hasta 4.8°C para el año 2100 (aunque al incluir los elementos de incertidumbre el rango va de 1.0 a 7.8 °C), el mínimo se propone como objetivo e implica cambios inmediatos y profundos en las fuentes energéticas -la transición del patrón fosilista hacia uno sustentable- así como un acelerado cambio tecnológico (IPCC, 2015).

De esta manera, la crisis mundial de 2008 se ha convertido en algo más que financiera o económica, en tanto que se combina con otros ámbitos o dimensiones -sociales, ambientales, políticas, culturales- se puede afirmar que es un fenómeno más profundo, multidimensional, por lo que se ha planteado por diversos autores que se trata de una crisis civilizatoria, en la medida que el conjunto de sus ámbitos cuestionan de fondo las expectativas del progreso capitalista, del proyecto civilizatorio de la modernidad y su ícono tecnocientífico (ver al respecto Bartra, 2013). En este sentido es importante ubicar que la modernidad capitalista es un proyecto sustentado en la revolución de las fuerzas productivas y la posibilidad de resolver la escasez y la incertidumbre de la reproducción del ser humano (Echeverría, 2011 y Arizmendi, 2016), lo cual en su conjunto está siendo cuestionado por las crisis señaladas. No es nuestro objetivo desarrollar esta tesis, sin embargo, es claro que la ciencia y la tecnología contemporánea, construidas y subsumidas según los intereses del capital, juegan un papel fundamental.

El desarrollo científico-tecnológico como salida de la crisis: un debate abierto

En la medida que la crisis mundial mostró sus agudeza y se prolongaba la recuperación, los análisis de los organismos internacionales fueron identificando los problemas estructurales que estaban bajo la burbuja financiera; quien insistió en ello desde el año 2009 fue la OECD, quien argumentó que la crisis –calificada como financiera y parte del *business cycle*– había afectado los determinantes del crecimiento de largo plazo, interrumpiendo el cambio que se venía dando hacia la sociedad del conocimiento (OECD, 2009a), posteriormente acentuará la caída del producto potencial y la productividad como elementos fundamentales en el estancamiento económico.

En sus propuestas de política presentadas ante la reunión ministerial de junio de ese año, argumentaba que era necesario enfrentar la crisis con medidas que vincularan las políticas económicas y financieras con estrategias de mediano y largo plazo, generando un crecimiento sostenible, vinculando las reformas a los mercados con el desarrollo de una economía más limpia y justa; coloca en el centro de su estrategia a la innovación (ver OECD, 2009b), fomentándola a través de la inversión en infraestructura inteligente, incentivos a la investigación y el desarrollo, inversiones “verdes”, promoviendo el emprendurismo y desarrollando la calificación de los trabajadores (OECD, 2009c: 5). Soportando esta estrategia se encuentra la tesis de que el crecimiento de largo plazo es determinado por la productividad, que a su vez depende del cambio tecnológico y principalmente de la innovación industrial (ver al respecto Howit, 2009)

En sus análisis posteriores la OECD (2016a) ratificará esta argumentación, ante el estancamiento mundial reitera que si bien existen elementos cíclicos que lo explican, un factor que incide de manera fundamental es la caída de la productividad laboral, que había iniciado desde principios del presente siglo; si bien se había elevado en la segunda mitad de fines de los noventa, su caída hacia 2004 muestra el agotamiento del impacto de las transformaciones de las TIC; aun cuando este impacto no afectó a todos los países y sectores por igual, pues dependía de factores estructurales. En este sentido también observa que existe una disminución de la aportación del capital humano a la productividad total de los factores. Destaca que, en los últimos años, la brecha de productividad entre países avanzados, emergentes y subdesarrollados no ha disminuido o bien ha sido limitado su acercamiento.

Asimismo, muestra que existe un comportamiento desigual de la productividad total de los factores entre las firmas, encuentra una creciente brecha entre las firmas que se ubican en la frontera tecnológica y el resto, lo cual expresa una lenta difusión de las innovaciones, explicada por el bajo nivel de inversión en capital, la disminución del comercio mundial y reformas estructurales débiles. Lo anterior es paradójico, pues el bajo crecimiento de la productividad ocurre en un contexto en que se da un cambio tecnológico; por lo que se cuestiona sobre la capacidad que tienen las firmas de los países para adoptar las nuevas tecnologías de frontera, en torno a la difusión de los conocimientos y tecnologías existentes desde las firmas que operan en la frontera hacia las rezagadas en cada economía nacional, por lo que subraya la relevancia del conocimiento tácito como fuente de competitividad en las firmas de frontera.

Desde su punto de vista si bien las tendencias de largo plazo del producto potencial son de bajo crecimiento, este dependerá del mejoramiento de la productividad total de los factores, destacando la inversión en bienes de capital intensivos en conocimientos y en la innovación y difusión de las tecnologías de frontera, lo que a su vez demandará una mayor calificación de la mano de obra (OECD, 2015: 32).

En este contexto, presenta dos puntos de vista sobre la relevancia de las tecnologías y sus impactos: *la pesimista*, que señala que las TIC no han podido igualar la tasa de innovación -es menor o no tan significativa como las de mediados del siglo XX; *la tecno optimista*, que argumenta que la revolución continuará, pues la digitalización ha desatado cuatro tendencias: mejoramiento en tiempo real de las actividades empresariales, experimentación acelerada y barata, es más amplia y fácil la compartición de ideas, la capacidad para replicar innovaciones con mayor rapidez y fidelidad.

En este mismo sentido, Carlota Pérez (2019 y 2013) ha planteado que la crisis financiera era un resultado típico del modo en que se desarrollan las revoluciones tecnológicas, se trata de la manera en que se difunden, son una “regularidad histórica”; forma parte de la expansión de la quinta revolución tecnológica, con su correspondiente paradigma de producción flexible, con los sectores líderes de la informática y las telecomunicaciones. Según plantea, el periodo de “instalación” inició en los primeros años de la década de los setenta, el cual se vio interrumpido por un intervalo financiero (que va de 2001 al presente), en el que se expresan las contradicciones y fricciones para desplegarse totalmente dicha revolución, que sería el segundo periodo de expansión y que estaría por venir. La crisis surge por la incertidumbre ante los cambios, el vencimiento de las resistencias, el predominio del capital financiero sobre el capital productivo, la preferencia por el corto plazo. La resolución implica también atender las contradicciones ambientales y energéticas, así como la desigualdad, a través de una mayor participación del estado. Señala que se trata de tres factores interdependientes: <<Those three forces defining the opportunity space are interdependent. Information and communications technologies (ICTs) serve as facilitators and externalities for all. Full globalisation provides the market volume growth and “green” provides the direction of innovation.>> (Pérez, 2010: 6)

En el debate sobre el desarrollo tecnológico, a partir de enero de 2016 se incorporó ampliamente la perspectiva sobre la cuarta revolución industrial y sus posibles impactos. La difusión masiva de ella fue encabezada por K. Schwab (2015) en el Foro Económico Mundial, quien postuló que se trata de la fusión de las tecnologías, que borra los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico; acentuando la novedad en términos de la velocidad, el alcance e impacto de los sistemas (de producción, administración y gobernanza); mostrando que sus consecuencias llegaban a todas las actividades sociales, incidiendo en la eficiencia económica y la productividad laboral, mejorando el ingreso y la calidad de vida. Asimismo, argumentaba, la innovación es el motor de los cambios y, en el centro de esta, el factor de producción fundamental será el talento; pero también implicará riesgos, podría impactar negativamente en el empleo e incrementar la

desigualdad. Sin embargo, concluyó, las nuevas tecnologías no son fuerzas exógenas, sino que se pueden moldear por todos, como ciudadanos, consumidores e inversionistas. Schwab, señalaba que el desarrollo de la nueva revolución es resultado de las nuevas tecnologías, en campos como la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas (IoT), vehículos autónomos, impresoras 3D, nanotecnología, ciencias de los materiales, almacenamiento de energía y computación cuántica.

En *The future of Jobs* (WEF, 2016), con base en una encuesta aplicada a funcionarios de alto nivel de más de 2,400 empresas sobre las expectativas del cambio tecnológico y el empleo, se identifican los conductores del cambio, organizados en dos dimensiones y ordenados de mayor a menor importancia:

a) Sociales: cambios en el trabajo y acuerdos flexibles de trabajo, el incremento de la clase media en mercados emergentes, cambio climático, restricciones en los recursos naturales y la economía verde, volatilidad geopolítica creciente, preocupaciones nuevas del consumidor sobre privacidad y ética, longevidad y composición etaria de las sociedades, crecientes aspiraciones y poder económico de las mujeres, urbanización rápida.

b) Tecnológicos: internet móvil, tecnología de nube, poder de procesamiento, Big Data, nuevas tecnologías de la energía, internet de las cosas (IoT), economía colaborativa, subcontratación masiva, robótica y transporte autónomo, inteligencia artificial, manufactura avanzada, impresora 3D, materiales avanzados, biotecnología.

La OECD opta por una posición más conservadora, de tal forma que propone que la próxima revolución de la producción podría ocurrir como resultado de la confluencia de distintas tecnologías -la digital, nuevos materiales y nuevos procesos-, teniendo un impacto amplio sobre la productividad, el empleo, la calificación, la distribución del ingreso, el comercio el bienestar y el medio ambiente (OECD, 2017a). En un documento previo acentuaba que muchas de esas tecnologías podrían estar subutilizadas o bien aun no están disponibles para ser usadas productivamente.

En un ejercicio prospectivo, la OECD (2016b) identifica las megatendencias que modificarán las capacidades y actividades de la ciencia, la tecnología y la innovación, pues definen sus agendas, en una trayectoria de 10 a 15 años, entre ellas ubica: los cambios en la composición y crecimiento poblacional, su impacto sobre los recursos naturales y la demanda energética; las amenazas a la biodiversidad, el cambio climático y medio ambiente; la globalización y los cambios en la distribución de la producción y en las economías predominantes; el rol del gobierno y la mayor demanda para responder a nuevos desafíos (en un contexto de presión del mercado y de restricción fiscal); los problemas del crecimiento de la productividad y su impulso con nuevas tecnologías disruptivas; los cambios en las familias y los hogares (pocos hijos, mayor demanda educativa y de calificación, mayor urbanización); creciente desigualdad y demanda por un mayor bienestar y salud.

Frente a estos desafíos, analiza los alcances y riesgos de diez tecnologías que ubica entre las más prometedoras y disruptivas: IoT, big data, inteligencia artificial, neurotecnologías, nano/microsatélites; nanomateriales, manufactura aditiva, tecnologías avanzadas de almacenamiento de energía, biología sintética y blockchain. De cada una de ellas hace una valoración de sus tendencias y riesgos, veamos solo dos casos.

IoT: es la hiperconectividad, comprende aparatos y objetos que pueden ser alterados vía internet, con o sin la participación de individuos, es la conexión entre cosas, entre seres vivientes y entre ambos; por esto tendrá un impacto muy amplio sobre la economía, la sociedad y la misma naturaleza. Calcula que si en 2016 había un billón de aparatos o dispositivos conectados en los países de la OECD, para 2022 habrá 14 billones. Sin embargo, su evolución depende del desarrollo de la banda ancha (fija y móvil) así como del costo de los dispositivos; desde el punto de vista tecnológico, su despliegue está vinculado con el big data, computing cloud, comunicación y sensores máquina-máquina, inteligencia artificial. Asimismo, el uso eficiente del IoT depende de la capacidad de los gobiernos y empresas para analizar y aprovechar la información que se genere. En este sentido, el riesgo de proteger la información es uno de los más importantes, por lo que la regulación y la confianza social son retos para su desarrollo.

Inteligencia artificial: posibilita a los sistemas y máquinas de adquirir y aplicar conocimiento para generar una conducta inteligente, capacidad de razonamiento. Esto implica una amplia variedad de tareas cognitivas -percepción, lenguaje, razonamiento, aprendizaje, toma de decisiones, entre otras-, por lo cual la inteligencia artificial combina diversas tecnologías tanto físico-mecánicas como psicobiológicas, de las cuales a su vez depende. Su impacto sobre la economía será muy amplio, pues vendrá a incidir en la automatización de procesos, con una creciente robotización. Los impactos de su uso son muy amplios (económicos, sociales y culturales), con efectos positivos sobre la productividad, la posible disminución de riesgos laborales se combina con las expectativas de caída del empleo y polarización en los puestos de trabajo (por los cambios en las demandas de calificación); estos impactos pueden ser matizados por los marcos institucionales.

En sus conclusiones, la OECD destaca algunas características comunes de esas diez tecnologías: a) su profundo impacto en diversos campos de aplicación, lo cual deja abierta la incidencia de las políticas públicas y la participación social; b) son dependientes de otras tecnologías, siendo las TICs las que tienen una cobertura o espectro de vínculos, se trata de una profunda convergencia tecnológica, la cual puede ser fomentada por la interdisciplinariedad de los espacios institucionales; c) la investigación del sector público juega un papel central en el desarrollo de las tecnologías emergentes, provee nuevo conocimiento y contribuye a la generación de prototipos, por lo cual debe de recibir suficiente inversión; d) dada la centralidad de las TICs, es importante la apertura de la investigación, la innovación y el emprendimiento, lo cual reclama una regulación adecuada; e) los riesgos e incertidumbres de los desarrollos tecnológicos reclaman por una gobernanza anticipada e inclusiva; f) la investigación y la

innovación son distribuidos en el mundo, por lo que es necesario impulsar la cooperación internacional.

Sin embargo, en estos dos reportes (2016b y 2017a) la OECD advierte que si bien el conjunto de estas tecnologías podrán impactar de manera importante a la economía, por su carácter disruptivo, su difusión no será tan acelerada, y sus efectos sobre la productividad tardarán en hacerse sentir. En particular destacan el papel de las estructuras competitivas y del estado para incidir en la difusión, así como el desarrollo de la calificación recursos financieros y organizacionales.

En este debate sobre las perspectivas de la economía y las nuevas tecnologías, en enero de este año se publicaron cuatro artículos en la revista *Research Policy*, en el marco de las teorías neoshumpeterianas. Daniele Archibugi (2017) vincula la teoría de las ondas largas con el cambio tecnológico, destacando el papel que juegan los clusters tecnológicos, las empresas, las capacidades de aprendizaje y la difusión, de tal manera que considera que existen dos modelos de expansión o conducción del cambio, el primero, la destrucción creativa, basada en los emprendimientos, en las empresas nuevas que promueven la innovación, en tanto que el otro modelo está basado en las empresas que tienen experiencia y han desarrollado y mantienen capacidades de innovación, por lo que la denomina como acumulación creativa. Al relacionar el cambio tecnológico y la crisis de 2008, hace una revisión de lo que ha sucedido después de ella, recuperando las tendencias de la inversión en innovación y el tipo de empresa y país, concluyendo que el perfil de las empresas innovadoras es: pequeñas empresas, tenían un departamento de investigación y desarrollo antes de la crisis, hay una proporción alta de jóvenes empresas, combinan la innovación con la exploración de nuevas oportunidades de mercado, su estrategia competitiva es más basada en productos que en costos. Concluye que la recuperación será conducida por las nuevas empresas más que por las ya existentes.

A continuación, Archibugi se pregunta sobre las tecnologías emergentes, recuperando las características que deberían tener las tecnologías para considerarlas como impulsoras de una revolución -planteadas por autores como G. Dosi y C. Freeman- y a partir de analizar el reporte de McKinsey Global Institute concluye que:

If the trends revealed by technology indicators and the predictions of McKinsey prove to be accurate, the next decade will continue to be dominated by the ICT techno-economic paradigm while the Biotech cluster will account for only 5–10 per cent of the expected economic potential of new technologies. We would expect a consolidation and deepening of the current paradigm rather than the emergence of radically new technologies. (Archibugi, 2017: 541).

Por su parte, Steinmueller (2017) argumenta que Archibugi es un optimista tecnológico, que es necesario incluir otros conflictos, por ejemplo el desarrollo de las tecnologías verdes y el cambio climático, que pueden afectar la inversión –en términos de monto y depreciación-, que además generan diferencias sociales y políticas. Asimismo recuerda que las TICs han implicado desigualdad, desempleo

de los no calificados, y, al poner acento en aspectos más ingenieriles y formales, se deja de lado la creatividad; añadiendo que la alta concentración del ingreso amenaza la expansión de las TICs.

En esta perspectiva, Lundvall argumenta que la crisis mostró las contradicciones inherentes a la actual globalización del capitalismo, por lo que ninguna tecnología, aun cuando sea radical, podrá irrumpir el estancamiento. El problema es el paradigma sociopolítico. Más aun, si existen cambios, el crecimiento no dependerá de las nuevas tecnologías, sino del uso de las existentes, en especial en los países subdesarrollados. Argumenta que la crisis fue originada por la financiarización, las políticas públicas y la globalización, relacionadas con las expectativas de la expansión tecnológica:

World-wide communication networks contributed to the formation of global financial markets and this was used as an argument for global deregulation and for neoliberal economic policies. Thus, ICTs deepened the contradiction between a globalizing economy and national political governance. I would therefore argue that the 2008 crisis can be associated with ICTs. However, the relationships are more complex than suggested by DA. It is not because the technological potential was exhausted that the crisis occurred. Rather, the exaggerated expected impact of ICTs on the economy was used as an argument for establishing the ultimately unsustainable governance regimes that precipitated the crisis. (Lundvall, 2017: 546)

Concluyendo, si bien existe una gran expectativa en torno al desarrollo tecnológico como solución de la crisis multidimensional, existe un conjunto de cuestionamientos en relación a su viabilidad, sus alcances y tiempos de maduración, además de los impactos que podrá tener en términos sociales -en particular en torno al empleo, la calificación laboral, la desigualdad y exclusión-.

Tendencias y tensiones de las actividades de investigación y desarrollo en la crisis

De acuerdo con lo anterior, la relevancia de la ciencia y la tecnología para el futuro de la economía mundial es cada vez mayor, lo cual ha sido ya reconocido desde hace varios años por diversos autores e interpretaciones, de tal forma que se han acuñado caracterizaciones sobre una nueva época con conceptos como economía del conocimiento o sociedad informacional (ver Sánchez, 2009). Ilustración de esta relevancia es el valor de las denominadas industrias intensivas en conocimiento y tecnología, que equivalía al 29.9% del PIB mundial en 1999, disminuyendo ligeramente al 28.6% en 2014; sin embargo, para el caso de Estados Unidos esas industrias habían elevado su participación del 36.4 al 39.3% para esos mismos años, tendencia que también siguieron varias economías avanzadas (cálculos con base en NSB, 2016).

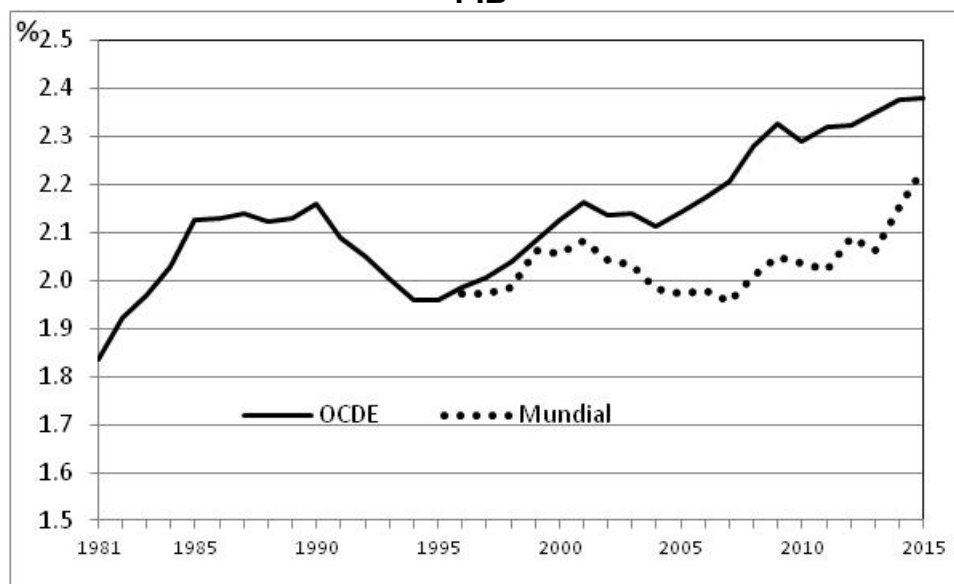
Asimismo, dado que el modelo de acumulación neoliberal ha agudizado la competencia por los mercados –que ahora son globales-, las empresas han tenido que dedicar mayores esfuerzos para sostener su competitividad, siendo uno de sus fundamentos la innovación de productos y procesos, lo cual implica que la

demanda de conocimientos tecnocientíficos sea cada vez mayor; si consideramos a las patentes como un indicador de la febril actividad de innovación, podemos observar un acelerado dinamismo: si en 1985 se habían solicitado 921,800 patentes, quince años después se habían elevado a 1,377,400, y para 2015 se hicieron 2,877,300 solicitudes (cálculos con base en WIPO, 2017).

En este contexto es pertinente identificar las tendencias y tensiones que subyacen a las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico (I&D):

1) **Existe una creciente dedicación de recursos para efectuarlas:** si en 1995 el gasto en I&D representaba el 1.97% del PIB mundial, para 2015 se había elevado al 2.23%; si ubicamos una tendencia de largo plazo, se puede ilustrar con los datos correspondientes a los países de la OECD, que en 1981 dedicaban a estas actividades un valor equivalente al 1.84% del PIB, en 1995 el 1.96% y para 2015 era ya de 2.38%. Este comportamiento se muestra en el gráfico 3, destacando los efectos de la crisis. Asimismo, la cantidad de investigadores por cada millón de habitantes pasó de 1,081 a 1,277 entre 2000 y 2010, esto a nivel mundial, en tanto que para los países de la OECD el indicador se incrementó de 4,182 en 1981 a 5,452 en 1995 y 8,292 en 2015.

Gráfico 3. Gasto en I&D a nivel mundial y en países de la OECD, como % del PIB



Elaborado con base en UNESCO, 2017 y OECD, 2017

2) **Hay una gran concentración:** tanto de los recursos dedicados a la I&D como de sus resultados, de acuerdo al cuadro 1 diez países tienen más de dos tercios de los gastos e investigadores y más de cuatro quintos de las solicitudes de patentes y artículos científicos publicados. Destaca el liderazgo de Estados Unidos y China, en términos generales estamos hablando del predominio absoluto de los países capitalistas avanzados.

Cuadro 1. Indicadores de la concentración de la I&D a nivel mundial

	Gasto	Investigadores	Patentes	Artículos
	2013	2013	2016	2014
EUA	28.1	16.7	16.7	25.3
China	19.6	19.1	40.2	20.2
Japón	9.6	8.5	14.5	5.8
Alemania	5.7	4.6	5.6	7.2
Corea	4.4	4.1	7.5	4.0
Francia	3.1	3.4	2.3	5.1
Subtotal seis países	70.5	56.4	86.7	67.6
Subtotal diez países	78.4	70.5	92.1	85.9

Elaborado con base en UNESCO, 2017

3) **Consolidación de la actividad del sector empresarial:** en el caso de los países de la OECD se observa que aportan el 62.2% del gasto en I&D y en ellas se efectúa o realiza el 69.1% del total de ese gasto, esto en 2015 (OECD, 2017b). Es preciso señalar que la aportación de las empresas tuvo una larga tendencia al alza a finales del siglo pasado (que se elevó del 51.2 al 64.1% del total del gasto en el periodo 1981-2000) y que se vio interrumpida por las crisis del presente siglo, para posteriormente lograr una ligera tendencia a elevarse. En términos de países periféricos, la tendencia al predominio empresarial se observa más acentuado, en virtud de que sus sistemas científico tecnológicos mostraban una menor consolidación a fines del siglo pasado y demandaban una mayor presencia del estado, por ejemplo en el caso de los países latinoamericanos el gasto aportado por las empresas pasó del 34.7% en 1990, al 45.2% antes de la crisis, cayendo al 33.3% en 2014, sin embargo, en la ejecución del gasto en I&D para esos mismos años la participación empresarial fue de 22.3, 43.9 y 27.9% del total. Como contrapartida, los otros sectores -gubernamental e institución de educación superior (IES)- van perdiendo relevancia.

4) **La presencia de las IES en la realización de I&D sigue siendo importante.** En el caso de los países de la OECD hay una tendencia hacia el alza, si en 1981 representaba el 14.6% del total, en 2000 era el 16.0 y en 2015 el 17.6%. En tanto que para los países de América Latina y el Caribe se observa una tendencia hacia su disminución (cayendo del 38.7% en 1990 al 31.2% en 1999 y el 29.0 en 2015. RICYT, 2017). Sin embargo en términos de la cantidad de investigadores es mucho mayor su relevancia, solo para 2012 en la OECD significaban el 30.9 y para América Latina alcanzaban el 62%.

5) **La alta concentración se ratifica a nivel de las empresas.** En países de la OECD las cien empresas más grandes que realizan I&D concentran más del 50% del total del gasto empresarial en este rubro; aún más, en diez de esos países solo 50 empresas concentran más del 50%. Por ejemplo, en Japón 50 empresas concentran el 56.3% y representan solo el 1.2% del total de empresas que

desempeñan tales actividades; los datos respectivos para Alemania son 55.3% y significan solo el 0.5%, en Francia el 47.9% y son el 0.5% del total de empresas; Estados Unidos concentran el 42.8% y expresan el 0.2%. La OECD subraya:

Top corporate R&D investors are companies at the technology frontier that account for a substantial amount of innovation related investment and output. Their headquarters are concentrated in a few economies, in particular the United States, Japan and China. On average, each top 2,000 R&D investor has affiliates in 21 economies and is active in 9 different industries. R&D expenditure as well as innovative output in the form of patents and trademarks also appears to be highly concentrated. In 2014, the top 10% of these corporate R&D investors (i.e. the top 200 companies with their affiliates) accounted for about 70% of R&D expenditure, 60% of IP5 patent families (inventions patented in the five top IP offices), 53% of designs and 38% of trademarks. (OECD, 2017b: 30)

Tomando en cuenta 20 tecnologías emergentes, agrupadas en cinco familias de patentes, esas dos mil corporaciones concentraban más del 50%, en el caso de los *Motores, bombas y turbinas* alcanzaban poco más del 90%, en tanto que en las *TICs* poseían más del 70%.

6) Internacionalización. Es una de las tendencias más acentuadas en los últimos años, vinculada con la consolidación de la fragmentación productiva a nivel mundial, vía las cadenas globales de valor, si bien ya desde principios de la década de los noventa se había identificado (Sánchez, 1999); se puede observar que ha ido evolucionando lentamente. Un indicador de ello es el gasto en I&D que realizan las filiales de empresas transnacionales fuera de sus país de origen en relación al total del gasto de las empresas en las economías huésped, los datos de algunos países entre 1995 y 2014: Japón 1.4 y 6.6%, Francia 17.1 y 20.9%, Alemania 13.0 y 22.4%, Estados Unidos 13.5 y 16.7%, Argentina 14.3 y 23.2%, Chile 1.5 y 3.6%, México 29.3 y 32.5% (este en 2002) (datos de UNCTAD, 2005 y OECD, 217b). Las empresas transnacionales siguen priorizando como lugares de localización externa de sus inversiones y actividades de I&D en países centrales, pues aprovechan la fortaleza de sus sistemas de innovación, reforzando así la concentración mencionada. La localización en países subordinados o periféricos está más vinculado con actividades de adaptación y adopción tecnológicas, y muy poco con el fases fundamentales del desarrollo de tecnologías de frontera.

7) Colaboración internacional en la innovación. Tiende a ser mayor, aun cuando es relativamente baja. De acuerdo a los datos de las patentes solicitadas en el marco del PTC (Tratado de Cooperación en Patentes), las patentes solicitadas por un inventor de un país en colaboración con al menos otro de nacionalidad extranjera representaban el 5.0% en 1990, diez años después se había elevado a 10.1% y en 2015 ya significaban el 11.2% (OECD, 2017b).

8) Colaboración institucional en la innovación. Desde la década de los noventa se vislumbraba como tendencia que la I&D solo podría ser desarrollada en términos de colaboración, esto a causa tanto de la relevancia de la innovación como de la convergencia tecnológica, que incrementaba la incertidumbre y los

costos. En este sentido, la colaboración con IES y con otras empresas es una característica de las actividades de I&D actuales. Según los datos recabados por la OECD (2017b), del total de empresas innovadoras, son las grandes las que tienen mayor colaboración, p. e. en Japón el 23.0% de las grandes empresas tienen colaboración para la innovación con IES, en Alemania el 39.8%, en Francia el 37.4%; en tanto que con clientes la tendencia es la misma y es con los proveedores con quienes hay mayor colaboración, según datos de 2012-2014.

Finalmente, es pertinente considerar los cambios en la forma en que se lleva la ID, la manera en que se genera, organiza y distribuye el conocimiento; Gibbons (1994) hablará de un “modo de producción 2”, alternativo al modelo lineal, en el que los problemas planteados y resueltos van más allá de la academia y por ello es relevante el contexto de aplicación, asimismo tiene un carácter transdisciplinario y heterogéneo, además las formas de organización son diversas y transitorias, su calidad incluye la responsabilidad social. Por su parte, Stokes (1997) expondrá su “cuadrante” sobre la relación entre la investigación básica y la aplicada, argumentando que hoy se vinculan de tal forma que la ciencia pura tiene motivaciones más amplias, atendiendo también preocupaciones más utilitarias, estableciendo así un nexo con la innovación.

Continuando con la teorización sobre la forma en que se efectúa la ID, a fines de la década de los noventa del siglo pasado se desarrolla un nuevo concepto, *open innovation*, que según Chesbrough (2003) tiene como principal fundamento plantear que las fuentes de conocimiento para la innovación están ampliamente distribuidas en la economía, argumentando que las empresas hacen uso de ideas y tecnologías externas al igual que las internas, las cuales a su vez fluyen hacia otras; señala que existen un conjunto de factores que erosionan el modelo de innovación cerrada, entre esos factores están movilidad de los trabajadores, las capacidades de las universidades, la declinación de la hegemonía estadounidense, el acceso de las startup a capital de riesgo, y, posteriormente, se añade como factor erosionador al creciente uso del internet (y sus vínculos con las redes sociales), que permite un mayor acceso al conocimiento y la compartición de capacidades de las empresas (Chesbrough and Bogers, 2013); asimismo da un mayor acento a los flujos de conocimiento entre distintos tipos de organización y la relevancia de la gestión de la innovación, a la apropiación de sus resultados por parte de la empresa, expresa que se trata de un modelo de negocios.

Relacionado con lo anterior, en el intento de comprender la producción contemporánea del conocimiento científico se ha difundido el concepto de *open science*, que va más allá del acceso libre; Fecher y Friesike (2014) identifican cuando menos cinco acepciones distintas, una de ellas, que la denominan como la *pragmatic school*, que la comprende como un método para hacer la investigación y la diseminación del conocimiento más eficientes, alude a la colaboración en el proceso de investigación, *open* implica la colaboración con diversas fuentes e instituciones, lo cual ha sido potenciado con la web, que acelera y potencia los descubrimientos científicos y su posible utilidad. Esto afecta tanto a los distintos actores de la ciencia como a la formación de los mismos investigadores. La

necesidad de la colaboración en el proceso científico surge de la complejidad de los problemas contemporáneos, de las demandas sociales y la rigidez institucional³

Conclusiones

La persistencia de la crisis mundial ha puesto en evidencia el funcionamiento productivo y tecnológico del modelo de acumulación neoliberal, si bien en las visiones dominantes se insiste en el carácter financiero, hoy se complementa con los problemas estructurales y ambientales; la ciencia y la tecnología han sido pilares del crecimiento económico, orientadas y condicionadas por los procesos de producción, distribución y consumo promovidos por el modelo capitalista neoliberal.

El lento crecimiento de la productividad laboral y la creciente polarización económica, la existencia de millones de seres humanos con hambre, el cambio climático y la incapacidad de los gobiernos y organismos internacionales para cambiar el patrón energético, ponen en cuestionamiento la promesa del progreso basado en la ciencia y la tecnología. Sin embargo, se insiste en que ellas serán fundamentales para resolver estas amenazas sociales y naturales.

El debate en torno a los alcances del cambio tecnológico y la innovación está abierto, pero es claro que una perspectiva tecnocrática es demasiado débil, es importante recuperar las dimensiones sociales y políticas que permitan enfrentar las grandes amenazas que se ciernen sobre el mundo en que vivimos.

Las tendencias en la investigación y el desarrollo tecnocientífico, muestran que están sujetos a los intereses de las economías hegemónicas, de los grandes capitales multinacionales, quienes dirigen las cadenas globales de valor, y dominan las formas de producción y distribución del conocimiento. Es pertinente continuar con el análisis más profundo de esas tendencias, cuestionar la organización social y condicionamiento económico de la ciencia y la tecnología, y construir estrategias para lograr un mundo sin hambre, sin polarización económica ni exclusión social, conservando la naturaleza.

Bibliografía citada

- Archibugi, D. (2017) <<Blade Runner economics: Will innovation lead the economic recovery?>>, *Research Policy*, Elsevier, Vol. 46 Issue 3, april, pp. 535-543.
- Arizmendi, L. (2015): *El capital ante la crisis epocal del capitalismo*, IPN, México.
- Banco Mundial (2017): <<Indicadores, Banco Mundial>> *Banco Mundial*, <https://datos.bancomundial.org/indicador>, 30/11/2017.

³ Desde una perspectiva histórica, *open science* es parte de la construcción de la modernidad, del desarrollo del pensamiento científico y sus instituciones, al respecto ver David, 2004.

- Bartra, A. (2008): <<Fin de fiesta. El fantasma del hambre recorre el mundo>>, *Argumentos*, Año 21 No. 57, mayo-agosto, pp.15-31.
- Bartra, A. (2013): <<Crisis civilizatoria>>, en R. Ornelas (Coord.) *Crisis civilizatoria y superación del capitalismo*. IIE UNAM, México.
- Caputo, O. (2010): <<Crítica a la Interpretación Financiera de la Crisis y Nuestra Interpretación>>, ponencia, Seminario de Economía Mundial, REDEM, Santiago de Chile, agosto.
- Chesbrough, H.W. (2003): *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, MA:Harvard Business School Publishing, Cambridge.
- Chesbrough, H. and M. Bogers (2013): <<Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation>>, in H. W. Chesbrough, W. Vanhaverbeke and J. West (ed.) *New Frontiers in Open Innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Conference Board (2017): << Total Economy Database>>, *The Conference Board* , <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>, 15/11/2017.
- David, Paul A. (2004): <<Understanding the emergence of 'open science' institutions: functionalist economics in historical context>>, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13, Issue 4, August, pp. 571–589.
- De Schutter, O. and K. Y. Cordes (2011): <<Accounting for Hunger: An Introduction to the Issues>>. in O. De Schutter and K. Y. Cordes (eds.) *Accounting for Hunger: The Right to Food in the Era of Globalisation*,. Oxford. Hart Publishing, Oxford, pp. 1-24.
- Duménil, G. and D. Lévy (2011): *The crisis of neoliberalism*, Harvard University Press, Cambridge.
- Echeverría, Bolívar (2011): <<Crisis de la modernidad>>, en B. Echeverría, *Crítica de la modernidad capitalista. Antología*, Oxfam-Vicepresidencia del Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz, pp. 165-177.
- Fecher B. and S. Friesike S. (2014): <<Open Science: One Term, Five Schools of Thought>>, in S. Bartling and S. Friesike (eds.) *Opening Science*. Springer, Berlin, pp. 17-47.
- FMI (2015): *Perspectivas de la economía mundial*, FMI, Washington. Abril.
- FMI (2016a): *Perspectivas de la economía mundial*, FMI, Washington. Abril.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P., y Trow, M. (1994): *The new production of knowledge - the dynamics of science and research in contemporary societies*, Sage Publications, London.
- Howit, Peter (2009): <<Competition, innovation and growth: theory, evidence and policy challenges>>, in V. Chandra, D. Eröcal, P. C. Padoan, C.A. Primo (eds.), *Innovation and Growth Chasing a Moving Frontier*, OECD, Paris, pp 15-24.
- Husson, Michel (2010): <<El debate sobre la tasa de beneficio>>, *Michel Husson*, <http://hussonet.free.fr/debaprofe.pdf> , 15/11/2017.
- Husson, Michel (2013): <<La teoría de las ondas largas y la crisis del capitalismo contemporáneo>>, **Viento Sur**, https://www.vientosur.info/IMG/pdf/Ondas_largasHusson.pdf, 15/11/2017.
- Husson, Michel (2015): <<Estancamiento secular: ¿un capitalismo empantanado?>>, *Michel Husson*, <http://hussonet.free.fr/stagnaesp.pdf>, 15/11/2017.
- IPCC (2015): *Cambio climático 2014. Mitigación del cambio climático*, IPCC, Suiza.
- IMF (2017): << World Economic Outlook Database>>, FMI, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/02/weodata/index.aspx>, 10/11/2017.
- IMF (2017): *World Economic Outlook, October*, IMF, Washington.
- Katz Claudio (2010): <<Interpretaciones de la crisis>>, *Claudio Katz*, [Httpt://www.lahaine.org/katz](http://www.lahaine.org/katz), 25/11/2017.

- Key, C. (2016): <<La transformación neoliberal del mundo rural: procesos de concentración de la tierra y del capital y la intensificación de la precariedad del trabajo>>, *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, Vol. 1, No. 1., pp. 1-26.
- Lundvall. B. (2017): <<Is there a technological fix for the current global stagnation? A response to Daniele Archibugi, Blade Runner economics: Will innovation lead the economic recovery?>>, *Research Policy*, Elsevier, Vol. 46 Issue 3, april, pp. 544-549.
- Marx, Karl (1985/1867): *El Capital. Crítica de la economía política*, Siglo XXI Editores, México.
- NSB (2016): *Science and Engineering Indicators 2016*. National Science Foundation, Arlington.
- OECD (2009a): *OECD Economic Outlook*, June, OECD, Paris.
- OECD (2009b): *The Road to Recovery, Meeting of the Council at Ministerial Level*, OECD, Paris.
- OCCE (2009c): *Policy Responses to Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth*, OECD, Paris.
- OECD (2015): *The Future of Productivity*, OECD, Paris.
- OECD (2016a): *The Productivity-Inclusiveness Nexus*, OECD, Paris.
- OECD (2016b): *Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD, Paris.
- OECD (2017a): *The Next Production Revolution*, OECD, Paris.
- OECD(2017b) *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017*, OECD. Paris.
- Pérez, C. (2010): <<The advance of technology and major bubble collapses: historical regularities and lessons for today>>, Paper of Engelsberg Seminar on The future of capitalism, Axson Foundation, Sweden, June.
- Pérez, Carlota (2013): <<Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history>>, *Environmental Innovations and Societal Transitions*, Elsevier, Vol. 6, March, pp. 9-23.
- Ricyt (2017): <<El Estado de La Ciencia 2017>>, *RICYT*, www.ricyt.org/publicaciones, 15/11/2017.
- Sánchez, G. (1999): <<Globalización e Innovación>>, en J. Estay, A. Girón y O. Martínez (Coords.), *La globalización de la Economía Mundial*, Ed. Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 153-186.
- Sánchez, G. (2009): *América Latina y el Caribe en la economía y sociedad del conocimiento*, CLACSO BUAP, Argentina-México.
- Sarwat, J. y A.Saber Mahmud (2013): <<Qué es la brecha del producto>>, *Finanzas & Desarrollo*, FMI, Vol. 50, No. 3, septiembre.
- Schwab, K. (2015): <<The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond>> *WEF*, <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2016> , 10/02/2017.
- Steinmueller, W. E. (2017) <<Science fiction and innovation: A response>>, *Research Policy*, Elsevier, Vol. 46 Issue 3, april, pp. 550-553
- Stokes, D. E. (1997): *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, Washington DC.
- UNCTAD (2005): *World Investment Report*, UNCTAD, Geneva.
- UNESCO (2017): <<Data for the Sustainable Development Goals>>, *UNESCO*, <http://uis.unesco.org/>, 10/11/2017.
- WEC (2013): <<World Energy Scenarios. Composing energy futures to 2050>>, *World Energy Council*, www.worldenergy.org, 25/11/2017.
- WEF (2016): *The Future of Jobs*, World Economic Forum.
- WIPO (2017): <<Statistics Database>>, *WIPO*, en <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>, 25/11/2017.