

Ensayo argumentativo

La tecnología como perpetuadora de la desigualdad entre países

Recibido: 05-08-2019 Aceptado: 10-06-2020 (Artículo Arbitrado)

Resumen

El presente texto, es un ensayo argumentativo que tiene como objetivo analizar las características de la tecnología como un bien, haciendo énfasis en la excluibilidad. Existe un extenso debate acerca de que la tecnología puede ser un bien público o no. En este texto se abordan las dos posturas con el objetivo de encontrar cuál de ellas tiene relación con el fenómeno de la desigualdad económica entre países ricos y países pobres. Como método para realizar el análisis de esta investigación se hace una revisión de teorías desde la microeconomía hasta la teoría del crecimiento económico, que nos conducen a concluir que las características que tiene la tecnología como un bien, pueden perpetuar la desigualdad en el crecimiento de los países, debido a que existe un impedimento en el libre flujo del conocimiento, que hace que no exista ni difusión, ni adopción de tecnología haciendo que el cierre de la brecha tecnológica sea casi imposible para los países más pobres.

Abstract

This text is an argumentative essay that aims to analyze the benefits of technology, with an emphasis on excludability. There is a wide-ranging debate about whether technology can be of benefit to the public or not. This text addresses these two positions with the aim of determining which one is related to the question of economic inequality between rich and poor countries. As a method for carrying out the analysis of this research, a review of theories is undertaken from microeconomics to the theory of economic growth, which leads to the conclusion that despite technology being of benefit, it can nevertheless perpetuate inequality in the development of countries. This is because there is an impediment to the free flow of knowledge, which means that there is neither diffusion nor adoption of technology, making closing the technological gap almost impossible for the poorest countries.

Résumé

Le présent texte est un essai argumentatif qui vise à analyser les caractéristiques de la technologie en tant que bien, en mettant l'accent sur l'exclusion. Il existe un vaste débat sur la question de savoir si la technologie peut être un bien public ou non. Dans ce texte, les deux positions sont abordées afin de savoir laquelle est liée au phénomène d'inégalité économique entre pays riches et pays pauvres. Pour effectuer l'analyse de cette recherche, une revue des théories allant de la microéconomie à la théorie de la croissance économique nous amène à conclure que les caractéristiques de la technologie comme bien peuvent perpétuer l'inégalité dans la croissance des pays, car il existe un obstacle à la libre circulation des connaissances, ce qui signifie qu'il n'y a ni diffusion ni adoption de technologies, ce qui rend la réduction de l'écart technologique presque impossible pour les pays les plus pauvres.

Silvia Alejandra Rivera Esparza

Palabras clave: Avance tecnológico, convergencia, excluibilidad, brecha tecnológica, desigualdad.

Keywords: Technological advance, convergence, excludability, technological gap, inequality.

Mots-clés: Progrès technologique, convergence, exclusion, écart technologique, inégalité.

Programa de Posgrado de la Facultad de Economía
Universidad Nacional Autónoma de México

Correspondencia:
silvia.re.87@gmail.com

Introducción

La tecnología y sus características como bien han sido discutidas dentro de la teoría del crecimiento económico. El objetivo de este texto es intentar relacionar dichas características con el fenómeno de disparidad en las tasas de crecimiento de los países. Se sabe que existe una gran diferencia entre los países en cuanto al desarrollo tecnológico y por ende en la difusión y posterior adopción de tecnologías. En este sentido ¿podría la tecnología ayudarnos a entender la desigualdad en el crecimiento entre países?

La rivalidad y la excluibilidad de los bienes

Los bienes se pueden clasificar según dos características fundamentales: el grado en que un bien es rival y el grado en que es susceptible de exclusión. La rivalidad se refiere a si el uso de un bien impide el uso de éste por parte de otros agentes y la excluibilidad se da cuando este uso puede ser limitado por otro agente.

Cuando un bien es rival, quiere decir que este no puede ser usado por alguien más al mismo tiempo. Los factores de la producción y la mayoría de los bienes económicos son rivales (Ros, 2013:48). El capital físico puede ser un ejemplo; cuando un trabajador usa unas pinzas de trabajo, otro trabajador no las puede utilizar al mismo tiempo. Cuando el bien es no rival puede ser usado por diversos agentes a la vez, como por ejemplo, la red de internet.

Los bienes también se pueden clasificar de acuerdo al grado de excluibilidad. El grado en que el propietario del bien puede cobrar una tarifa y limitar su uso, es el grado en que un bien es excluible. Muchas veces el nivel de excluibilidad se relaciona con los costos, por ejemplo, podrían crearse mecanismos para hacer que el ejército o la policía no brindase sus servicios a una persona en específico, pero, los mecanismos resultarían muy costosos y por ende la exclusión de la que es susceptible la seguridad pública como un bien es muy baja.

Los productos rivales pueden o no ser altamente excluibles. La mayoría de los bienes o factores económicos son rivales y excluibles. No pueden ser utilizados por más de una persona a la vez y se cobra una tarifa por su uso. Los productos no rivales también pueden ser altamente excluibles o no. Jones (2002) pone el ejemplo de la transmisión de televisión por cable, donde ésta puede ser vista por muchos agentes al mismo tiempo, pero es altamente excluible porque solo puede ser vista por las personas que tienen un decodificador y están al corriente en sus pagos.

Otros bienes tienen una excluibilidad relativamente baja, como un teorema matemático limitado al entendimiento de las personas. Se dice que cuando un bien es no rival y no susceptible de exclusión, es un bien público. La naturaleza de la tecnología hace que se le caracterice como un bien no rival, esto tiene varias consecuencias. En primer lugar, mientras que los bienes que son rivales pueden producirse en masa, los bienes que no son rivales deben producir-

se solo una vez. Es decir, los bienes no rivales como las ideas implican un costo fijo de producción y un costo marginal cero (como afirma Romer (1990: 72) cuando describe las características de un manual de instrucciones como un bien) (Ros, 2013: 49).

Una segunda consecuencia de la naturaleza no rival de la tecnología es que las transferencias de tecnología entre países difieren de aquellas de capital físico. Si un país es pobre porque carece de tecnologías, entonces las tecnologías pueden transferirse desde cualquier otro lado sin hacer que el país que transfiere se vea perjudicado. Dado que el capital físico es un bien rival, haría que una transferencia afecte negativamente al país que está enviando. Cuando un bien es excluible permite a sus desarrolladores obtener los beneficios que producen. Los bienes que no son excluibles involucran *spillover* de beneficios que no son capturados por los productores.

La tecnología como un bien con baja exclusión y la convergencia

Para Arrow, (1962) el conocimiento que desarrolla a la tecnología es un bien económico indivisible, que no se puede apropiarse de él y es un bien no rival, esto quiere decir que es un bien público que no representa incentivos directos para las empresas que lo desarrollen, por lo tanto, el mercado no es capaz de proporcionar niveles apropiados de conocimiento debido a la falta de incentivos y las oportunidades económicas (Antonelli, 2008). Para el desarrollo argumental de este texto se tomarán al conocimiento y a la tecnología como uno mismo, pues uno se necesita para el desarrollo del otro. Los dos son bienes no rivales y parcialmente excluibles. El conocimiento, en muchos casos, es fácil de copiar y su uso y comercialización no está limitado a aquellos agentes económicos que lo producen.

Arrow (1962) y Nordhaus (1962) plantearon al conocimiento como un bien público. La consecución de un invento requiere una inversión por parte del inventor que es un costo fijo para él. Una vez producida la inversión, se puede considerar, que la transmisión de la información tecnológica contenida en ella tiene un costo próximo a cero, por lo tanto, su precio debería ser nulo. En este caso el inventor no podría apropiarse de los beneficios que el invento pudiera generar y no tendría incentivo para generar tecnología; por lo que la única manera de obtener una rentabilidad de

la inversión sería manteniendo el invento en secreto (Ortiz-Villajos, 1999: 49). Este hecho disminuye los incentivos para crear tecnología y es la principal justificación para proteger los derechos de propiedad intelectual a través de un sistema de patentes y generar monopolios temporales para su uso (Ros, 2013:50).

Según Amaro (2017: 37), al visualizar a la tecnología como un bien público, implica que el Estado debe brindar incentivos o subsidios para que exista una investigación y desarrollo (I+D) en las empresas e instituciones educativas que se encarguen de la investigación, desarrollo, difusión y la formación de recursos humanos para su posible adopción.

En una primera aproximación a la teoría del crecimiento, autores como Solow (1956) tratan al cambio técnico como un insumo público provisto exógenamente. Shell (1966, 1967) lo trata como un aporte público proporcionado por el gobierno. Para estos dos autores, el cambio técnico no recibe compensación y supone que cada empresa individual es libre de explotar todo el stock del cambio técnico, es decir, tienen plena racionalidad y certidumbre acerca de todas las posibilidades de combinaciones para producir.

Estos modelos son consistentes con la premisa de que el cambio tecnológico impulsa el crecimiento, y que la tecnología es un bien no rival, pero ambos niegan el papel que el comportamiento privado maximizador desempeña en la generación de cambios tecnológicos. Al ser la tecnología un bien público, su difusión crea externalidades positivas que contribuyen a aumentar la eficiencia del proceso de investigación a nivel de las firmas (Grossman y Helpman, 1991).

Las ventajas del atraso

El hecho de que la tecnología pueda ser considerada un bien público implicaría que los países más pobres pueden adoptar todas las tecnologías existentes. La visión anterior puede relacionarse con los postulados de Gershenkron (1962) quien establece que en ciertas circunstancias había ventajas de un inicio tardío de la industrialización.

Los países económicamente atrasados necesitaban saltar la brecha de conocimiento y práctica que los separaba de las naciones líderes. Si estos y otros problemas pudieran superarse, el éxito para los recién llegados a la industrialización se recompensaría con un crecimiento proporcionalmente más rápido, señalado por un impulso decisivo en la industrialización.

Esto quiere decir que el Estado es el que debería llenar el vacío para crear instituciones que condujeran al crecimiento en el país industrializador tardío. Cuanto mayor es la brecha tecnológica, más rápida será la tasa de progreso técnico, ya que las oportunidades de ganancias y los posibles saltos tecnológicos serán mayores. Por lo tanto, los países deberían aprovechar su posición con respecto a la frontera tecnológica para converger, adoptando y aprendiendo lo que ya hicieron los países ya industrializados; aprovechar las ventajas de ser atrasados tecnológicamente hablando.

Un modelo de frontera tecnológica

Las propuestas de Arrow de ver a la tecnología como un bien con baja excluibilidad y la de Gershenkron (1962) de que existen spillovers entre los países, que permiten a los más atrasados aprovechar su posición respecto a la frontera tecnológica para adoptar la tecnología que ya desarrollaron los industrializados y acercarse rápidamente al líder, se condensan en el modelo de Nelson y Phelps (1966).

Este es un modelo de frontera tecnológica que trata de explicar de una mejor manera el residuo de Solow o cambio técnico, introduciendo dos críticas; que el cambio técnico dejara de ser exógeno e incorporar la importancia de las diferencias entre el capital humano, introduciendo a este último como un determinante de la difusión de tecnologías, aparte de presentarlo como una variable explicativa y no como un simple factor de la producción.

En este modelo se plantea la existencia de una frontera tecnológica que se define como el más alto nivel tecnológico, del cual los países atrasados pudieran sacar ventaja. Se maneja el supuesto de que se podría llegar a dicha frontera si la difusión tecnológica se hiciera de manera instantánea, esto implica que la tecnología es vista como un bien público. Esta idea se basa en las aportaciones de Nelson (1959) y de Arrow (1962). El modelo sintetizado se presenta como se indica en la fórmula (1).

$$g_A = \Theta(h) \times \frac{T - A}{A} \quad (1)$$

Donde g_A es el nivel tecnológico, T es la frontera tecnológica, A es el nivel de tecnología existente en la economía analizada, (h) representa el capital humano y Θ es un factor multiplicativo. Aquí el crecimiento del nivel tecnológico g_A depende de la diferencia entre la

frontera tecnológica T y el nivel de tecnología existente en la economía que se esté analizando, que está representado por A . Por lo tanto, $(T-A)/A$ sería la brecha tecnológica.

La distancia que se tenga con la frontera tecnológica y el nivel de capital humano, determinará el crecimiento del cambio técnico. Cuando un país está muy lejano a la frontera tecnológica, supondría que tiene *mucho por aprender* y debido a esto su crecimiento sería más acelerado. El tamaño de la brecha tecnológica y el nivel de capital humano, determinarán el ritmo al cual esta brecha pueda ser cerrada.

El modelo de Nelson y Phelps (1966), es un modelo dinámico, donde la tecnología se ve como un bien que está en constante cambio, en este sentido la frontera tecnológica crece exponencialmente. Por lo tanto, la brecha también está en constante movimiento. Lo que es criticable de este modelo es que la brecha puede tender a cero, aunque no se plantean escenarios en los cuales la brecha pueda cerrarse o incluso donde un país pueda superar al líder e ir más allá de esa frontera tecnológica.

Para estos autores el nivel de capital humano facilita la adopción e implementación de tecnologías y no como en el modelo de Solow que lo muestra como un factor dentro de la función de producción. Se termina por demostrar que la educación en el crecimiento económico, es una posible fuente de divergencia o convergencia (según el país) respecto de la frontera tecnológica debido a que los países cuentan con diferentes tipos de stock de conocimiento y capital humano que les permite adoptar de diferente manera las tecnologías. Entonces, si aceptamos la afirmación de Nelson y Phelps y de Gerchenkron de que la frontera tecnológica puede ser alcanzada si la difusión tecnológica fuera instantánea, podríamos decir que la convergencia entre países con el líder tecnológico existe.

La tecnología, la exclusión y la no convergencia

Existen estudios como el de Mansfield, Shwartz y Wagner (1981), que demuestran que incluso aunque la tecnología y el conocimiento fueran bienes totalmente públicos, querer imitar al líder tecnológico o a una tecnología superior a la que se está manejando, generaría grandes costos, incluso hasta el 65% respecto a haberla inventado el mismo. Las ideas de Arrow (1962) ya presentadas han sido discutidas

ya que, si bien el conocimiento no es un bien con nula excluibilidad, tampoco es totalmente excluible, la tecnología tiene características de ambos. Se le podría llamar un bien con cierto nivel de excluibilidad que es susceptible de ser incrementado, pues tiende a la generación de cierto tipo de derechos de propiedad a las innovaciones tecnológicas, como las patentes, que representan un mecanismo que les permite allegarse de recursos, más allá de los que brinda el Estado, y generar monopolios temporales para el uso y explotación del conocimiento y por lo tanto generar incentivos en su comercialización. El aspecto público de esta permite que la comunidad en su totalidad se beneficie del avance tecnológico.

Aun como bien privado, el nuevo conocimiento, pese a la protección temporal para su explotación monopólica a través de las patentes, también puede ser fuente de diseminación del conocimiento tecnológico (Verspagen y Schoenmakers, 2000). La tecnología es un bien no rival y sus mejoras deben conferir beneficios que son al menos parcialmente excluibles (Romer, 1990: 74). No rival porque puede ser utilizado por muchas personas a la vez y parcialmente excluible porque permiten a sus desarrolladores capturar los beneficios de su creación por cierto tiempo.

El grado de excluibilidad permite al creador de la innovación capturar los beneficios emanados de la misma. Esto sumado a la rivalidad son dos características del crecimiento ilimitado del conocimiento y la apropiabilidad incompleta que generalmente se reconocen como relevantes para la teoría del crecimiento (Romer, 1990:75). Al aceptar el argumento de Romer de que la tecnología es un bien no rival, pero a su vez es parcialmente excluible, es decir que se puede limitar su acceso, estamos afirmando que la adopción no puede ser instantánea como en el modelo de Nelson y Phelps y que el entendimiento de nuevas tecnologías es limitado. Para poderse apropiar y adoptar estas tecnologías es importante el tipo de conocimiento y la capacidad de aprendizaje que se tiene. Stiglitz (2015: 52) pone énfasis en que lo que importa no es el conocimiento estático codificable y disponible en manuales, sino aquel que es dinámico, este último es endógeno resultado de lo que se hace y de lo que se ha aprendido a hacer al irse adaptando; es el conocimiento tácito, el que no es codificable y difícil de transmitir.

Este conocimiento, aunque es fundamental tiene ciertas limitantes; no se mueve típicamente más allá de las fronteras, ni siquiera se mueve con facilidad entre las firmas o al interior de ellas. Esto quiere decir que existen barreras naturales al flujo del conocimiento, incluidos los incentivos por parte de los participantes del mercado para llevar a cabo acciones que podrían impedir el flujo de conocimiento. Incluso el movimiento del conocimiento es mucho más difícil que el movimiento de los factores.

Aun si se tiene la capacidad de aprender a desarrollar la tecnología, si la capacidad de aprendizaje es inferior a la de sus competidores, se atrasará en la carrera. Mientras más limitantes a la movilidad del conocimiento y por lo tanto del aprendizaje, mayor será la brecha con respecto a la frontera tecnológica. El conocimiento puede traducirse en ingresos y es por eso que a nivel micro las empresas buscan limitar la transmisión de conocimiento hacia otras empresas; por ejemplo, sus empleados deben firmar acuerdos de confidencialidad. Así las empresas hacen un esfuerzo por mantener en secreto su conocimiento. A pesar de que para el progreso de la sociedad resulta deseable que el conocimiento una vez creado, se transmita tan amplia y eficientemente como sea posible, muchas compañías que maximizan sus ganancias tradicionalmente han buscado limitar al máximo posible la transmisión de conocimiento, intentan acapararlo e impedir su libre flujo. Esto hace que el conocimiento que desarrolla a la tecnología esté muy lejos de ser un bien público.

Los primeros trabajos que analizaron el problema de la convergencia absoluta entre países suponían que la forma correcta de probar la hipótesis de convergencia absoluta era a través de analizar una implicación simple de este concepto: había o no había convergencia dependiendo de si los países de renta baja crecían o no más rápido que los de renta alta. Baumol, en su evidencia empírica demostró que existía una convergencia de países de renta media con los países de renta alta, lo que implica la no convergencia de los países de renta baja. Incluso Ros (2013) en un estudio empírico muestra a ciertos países que forman el club de la convergencia alcanzando los niveles de productividad del líder tecnológico y una brecha grande entre estos y los de renta baja. El autor también desarrolla la idea de la existencia de trampas de pobreza

que impiden a estos países dar ese salto tecnológico hacia la frontera. Estas trampas se dan debido a los niveles bajos de acumulación de capital, niveles de ahorro bajos e ingresos per cápita que desincentivan el desarrollo de capital humano para la generación y aprendizaje de nuevas tecnologías.

[Una visión agregada. Las desventajas del atraso](#)

La idea principal de Abramovitz (1952), está basada en la difusión tecnológica, donde menciona que si bien la brecha tecnológica podría suponer una ventaja para converger con el líder, cuando esta es muy grande, tal vez la adopción de tecnologías sea demasiado lenta o incluso imposible. Si la distancia de un país con respecto a la frontera tecnológica es muy grande podría no entender la tecnología que se desea adoptar. Esto quiere decir que en vez de generarse una ventaja del atraso como afirmaba Gershenkron, se tendrían desventajas de ser atrasado.

Abramovitz (1986: 225) señala que el alcance de los países pobres a los ricos ocurre no sólo por el potencial derivado de las brechas de desarrollo, sino que también depende de las capacidades sociales que los primeros posean para lograrlo. El crecimiento de los países atrasados depende de lo que Abramovitz llamó "capacidades sociales", las cuales son una serie de condiciones que en conjunto son necesarias para alcanzar la convergencia: facilidades para la difusión del conocimiento; condiciones que faciliten los cambios estructurales y, finalmente, condiciones macroeconómicas y monetarias que alienten y sostengan la inversión de capital y el nivel de crecimiento de la demanda efectiva. Con esta teoría un país tecnológicamente atrasado tiene la potencialidad para generar crecimiento más rápido que los países más avanzados, siempre que sus capacidades sociales estén suficientemente desarrolladas para explotar exitosamente las tecnologías ya empleadas por los países líderes. Es decir, que un país atrasado requiere del progreso tecnológico para desarrollarse, mas no es suficiente sin el conjunto de estas condiciones. Así, habría a largo plazo la posibilidad de que países atrasados alcanzaren los niveles de crecimiento y productividad de los líderes.

[Un modelo de crecimiento económico. Traspasando la frontera tecnológica](#)

El modelo de Benhabib y Spiegel (2005), está basado en el argumento de Nelson y Phelps (1966) de que un

mayor stock de capital humano facilita la adopción de nuevas tecnologías, favoreciendo la convergencia o *catching-up* con la frontera tecnológica.

Retoman en su modelo la visión de Romer (1990) para afirmar que el capital humano es esencial para la generación de tecnologías domésticas. Esto genera una nueva visión del modelo Nelson y Phelps de solo adoptar tecnologías, dándole mayor coherencia al modelo explicando de una mejor manera la frontera tecnológica. El modelo sintetizado de Benhabib y Spiegel se presenta como se indica en la fórmula (2).

$$g_A = \Phi(h) + \Theta(h) \times \frac{T-A}{A} \quad (2)$$

Este modelo es muy parecido al de Nelson y Phelps, pero aquí se incorpora la propuesta de Romer (1990b) de generar tecnologías propias $\Phi(h)$ que está en función del capital humano (h). Igualmente se analiza de una manera dinámica, lo cual genera implicaciones.

Una de ellas es que los países que sean seguidores del líder tecnológico, pero que cuenten con una mayor cantidad de mano de obra cualificada, podrían pasar la frontera tecnológica, es decir, convertirse en los nuevos líderes, mientras que los países más alejados de la frontera tecnológica podrían tener un ritmo mayor de crecimiento que aquellos que se encuentren más cerca, dada la capacidad de *catching up*.

Para 2005 estos autores presentaron una ampliación de su propuesta teórica de 1994. En este nuevo panorama plantean que si bien la brecha tecnológica podría ser una ventaja, cuando esta es demasiado grande, la adopción de tecnologías podría ser demasiado lenta e incluso imposible. Como planteaba Abramovitz existiría una desventaja de ser atrasado pues no podría ni siquiera comenzar a entender lo que quiere adoptar. Esta ampliación del modelo podría presentarse como en la fórmula (3):

$$g_A = \Phi(h) + \Theta(h) \times \frac{A}{T} \times \frac{T-A}{A} \quad (3)$$

Como se observa es similar al anterior, con la diferencia de la introducción del parámetro A/T podría decirse que este parámetro representa el lugar dentro de la brecha tecnológica. La posición con respecto a la frontera tecnológica juega un papel importante en cuanto a que tipo de modelo económico está favoreciendo el país en cuestión; a la imitación o a la innovación.

Mediante un ejercicio empírico postulan que el *nivel de capital humano* podría medirse mediante los años de estudio promedio de los trabajadores. De esta manera, uno de los resultados es que existe un cierto nivel de años de estudio en el cual la difusión de tecnologías (y la adopción de las mismas) podría darse, y aprovechar las ventajas que ofrece la lejanía con la frontera tecnológica. Por otra parte, debajo de ese nivel de años de estudio, la adopción no sería posible y se estaría enfrentando una de las desventajas del atraso.

Los modelos de Nelson y Phelps (1996) y el de Benhabib y Spiegel (2005) son modelos muy similares, pero existe una diferencia entre ambos; el concepto de bien público, que genera muchas implicaciones, sobre todo para los países más pobres. El modelo de Benhabib y Spiegel parece ser más completo, pues ofrece un panorama más amplio para entender lo que ya Baumol planteaba, algunos países ni siquiera han iniciado la convergencia, gracias a su escasa capacidad para aprender y adoptar, mientras que otros tienen capacidad para superar al líder tecnológico.

La tecnología, un bien que perpetúa la desigualdad entre países

Retomando las aportaciones de Gershenkron quien afirma que los países atrasados pueden tomar ventaja de su situación al adoptar la tecnología que ya desarrollaron los países industrializados, el modelo de frontera tecnológica de Nelson y Phelps, argumenta que los países más atrasados pueden converger hacia la frontera cuando la tecnología es un bien público, dando como resultado una difusión instantánea. Sin embargo, este modelo más allá de las argumentaciones teóricas nos muestra que existe una desigualdad implícita desde el planteamiento de su modelo, al enfatizar que siempre va a existir un líder tecnológico *que no siempre será el mismo* que seguirá innovando constantemente *lo que implica que la frontera siempre estará en movimiento* y seguidores o imitadores que quieran llegar a su nivel tecnológico, siempre existirá una brecha entre ellos. Que esta sea mayor o menor dependerá del tipo de capital humano que se tenga y que tan lejos se está de este líder.

La posición en la brecha tecnológica será un lastre o un impulso para converger o divergir según sea el caso. Para el desarrollo argumental del análisis retomaremos la visión de Romer (1990), que afirma que la tecnología es un bien que puede tener altos ni-

veles de excluibilidad, pues genera derechos de propiedad para obtener rentas monopólicas temporales y a su vez permite que la totalidad de la población se beneficie de dicho avance. Tanto el conocimiento como la tecnología son bienes no rivales y a su vez parcialmente excluibles.

Si analizamos que los países que están lejanos a la frontera tecnológica tienen que imitar para converger como mencionan Benhabib y Spiegel, pero siguiendo el argumento de Stiglitz, de que el conocimiento se traduce en ingresos y que debido a esto se desarrollan derechos de propiedad que cada vez hacen más difícil la difusión, la convergencia y el cierre de la brecha tecnológica será demasiado lenta e incluso imposible, pues no se desarrollarán las habilidades sociales de las que hablaba Abramovitz para aprender a crear y mucho menos para adoptar.

Podríamos decir que la no apropiación, las dificultades de difusión y la limitación al flujo del conocimiento tecnológico por un mayor grado de excluibilidad, hace que los países permanezcan en su posición en la brecha tecnológica dificultando el cierre de la misma perpetuando la desigualdad en el crecimiento. Se podría decir que el lugar dentro de la brecha tecnológica donde se encuentran los países de renta media y media alta se experimenta un círculo virtuoso donde a pesar de los derechos de propiedad se tiene la capacidad de adoptar e incluso de crear domésticamente, por lo que se tiende a converger con el líder tecnológico. Por otro lado, la posición dentro de la brecha donde se encuentran los países de renta baja y renta media baja, se experimenta un círculo vicioso donde gracias a las limitantes del flujo del conocimiento, es imposible desarrollar e incluso entender las nuevas tecnologías, generando una divergencia entre estos países y los primeros, como afirmaba Baumol. Esto hace evidente la afirmación de Abramovitz; ser atrasado tiene desventajas.

El hecho de que el conocimiento pudiera difundirse, aunque el bien fuese totalmente público, no implica la total adopción pues cada país tiene distintas capacidades de adoptar. La escuela de Nelson y Phelps resalta el papel del capital humano, sobre todo la educación primaria y secundaria, para poder adoptar tecnologías extranjeras, a la par esto implicaría que para poder innovar y crear, la educación terciaria es primordial.

Vandenbussche, Aghion y Meghir (2006), muestran en su estudio que la posición relativa de un país respecto a la frontera tecnológica determina el efecto de la educación en la evolución de su tecnología. La conclusión de su estudio afirma que cuanto más cerca esté un país de la frontera tecnológica, más dependerá de la innovación para hacer progresar su tecnología, lo que implica que, en principio, el efecto del capital humano cualificado es mayor cuanto más cerca se encuentre el país del referente tecnológico.

Esto quiere decir que las diferencias en el crecimiento de los países y el cierre de la brecha tecnológica se dificulta cuando los costos de adopción son más altos y cuando las diferencias educativas lo son. La desigualdad genera desigualdad en círculos.

A pesar de esto se ha demostrado bajo ciertas condiciones que las naciones pobres pueden alcanzar a las naciones con altos niveles de desarrollo como por ejemplo, Japón, Hong Kong, Singapur, Corea y Taiwán. Por otro lado, algunas economías, a pesar de haber sido relativamente ricas en la década de los cincuenta, no han crecido adecuadamente bien ni han convergido con los líderes. Argentina y Venezuela son dos ejemplos claros, puesto que ambos países disfrutaban de una productividad superior a la de Japón en 1950, pero se han estancado significativamente desde la década de los setenta.

Romer (1986) se ha preguntado si realmente existe tal tendencia hacia la convergencia, o acaso la convergencia aparente que exhiben las naciones desarrolladas no es más que un mero artefacto estadístico, logrado mediante la selección de ciertos países para el análisis y la omisión de otros. Por otra parte, los modelos endógenos, al atribuirle a las externalidades, como la formación de capital humano, retornos incrementales, suponen que una ventaja inicial de una nación sobre otra, resultará en una diferencia permanente en los niveles de ingreso per cápita, por lo cual quedaría anulada la posibilidad de convergencia.

Conclusiones y propuestas

Las características particulares de la tecnología la hacen susceptible a que su nivel de excluibilidad pueda ser incrementado, dando esto como resultado un impedimento al libre flujo del conocimiento, haciendo que el cierre de la brecha tecnológica sea casi imposible para los países más pobres.

Si algunos países pueden innovar, su nivel tecnológico absoluto crecerá alejándose del de aquellos que no pueden hacerlo, permaneciendo intacta la brecha tecnológica, generando así una perpetuación de la desigualdad.

La inversión extranjera directa se presenta como un mecanismo para la transferencia de conocimiento y tecnologías hacia las economías más atrasadas, pero en la mayoría de los casos el conocimiento no se adopta, es decir, no hay una real transferencia tecnológica, pues el movimiento del conocimiento es incluso más difícil que el movimiento de los factores productivos, quedándose el país atrasado en el mismo nivel tecnológico que antes, pues no tiene la capacidad de aprendizaje para adoptar nuevos conocimientos tecnológicos a la par de que las firmas extranjeras no tienen incentivos para transferir su tecnología.

Si existen altos costos de aprendizaje y dificultad para la difusión, la propuesta sería que el gobierno incentive la transferencia tecnológica obligando a los desarrolladores a transmitir el conocimiento, comprometiéndose también a desarrollar el capital humano adecuado. Como pudimos observar, las teorías aquí analizadas solo aplican para dos grupos de países, los de renta alta y media alta que convergen con el líder tecnológico y los países de renta baja y media baja que divergen, pero qué hay de los países de renta media que no entran en el tipo de teoría abordada. Analizar este tipo de países sería un buen ejercicio para una investigación posterior.

Bibliografía

Abramovitz, M. (1952), Economics of growth, in B. F. Haley (ed.). *A Survey of Contemporary Economics*, Homewood, Ill.

Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*. 46: 385–406.

Amaro, Rosales Marcela. (2017). La gobernanza del conocimiento en el paradigma de la convergencia tecnológica. *Convergencia científica y tecnológica*. Red temática CONACYT.

Antonelli, Ch. (2008). *Localised Technological Change*. Routledge, NY y Londres.

Arrow, K. (1962a). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity*. New York: National Bureau of Economic Research.

Arrow, Kenneth J. (1962b). The Economic Implications of Learning by Doing. *Rev. Econ. Studies* 29 (June 1962): 155-73.

Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence and welfare: what the longrun data show. *American Economic Review*. 76: 1072–86.

Barro, R. (2000). Inequality and growth in a panel of countries. *Journal of Economic Growth*. 5: 5–32.

Benhabib, J., and M. M. Spiegel (1994). The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*. 34: 143–73.

Benhabib, J., and M. Spiegel (2005). Technological diffusion and economic growth, in P. Aghion and S. Durlauf. *Handbook of Economic Growth*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Grossman, G.M. y E. Helpman, (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, The MIT Press.

Jones, C. (2002). *Introduction to Economic Growth*. Second Edition, New York and London.

Mansfield, E., Shwartz, M., and Wagner S. (1981). Imitation costs and patents: an empirical study. *The Economic Journal*. 91(364), 907-918.

Nelson, R., and E. Phelps (1966). Investment in humans, technological diffusion and economic growth. *American Economic Review*. 56: 69–75.

Nordhaus, W.D. (1969). *Invention, Growth and Welfare*. Cambridge: MIT Press.

Ortiz-Villajos, José María (1999). *Tecnología y desarrollo económico en la historia contemporánea*. Oficina española de patentes y marcas, Madrid, España.

Romer, P. (1990). Endogenous Technical Change. *Journal of Political Economy*. 98(5), S71-S102.

Ros, J. (2013). *Rethinking economic development, growth, and institutions*. Oxford University Press.

Stiglitz, Joseph. (2015). *La creación de una sociedad del aprendizaje; Un nuevo enfoque hacia el crecimiento, el desarrollo y el progreso social*. Ed. Crítica, México, DF.

Shell, Karl. (May 1966). Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation. *A.E.R. Papers and Proc.* 56 62-68.

Solow, Robert M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Q.J.E.* 70 (February 1956): 65-94

Verspagen, B., Schoenmakers, W., (2000). The spatial dimension of knowledge spillovers in Europe: evidence from firm patenting data. *Journal of Economic Geography*. 4 (1), 1–18.