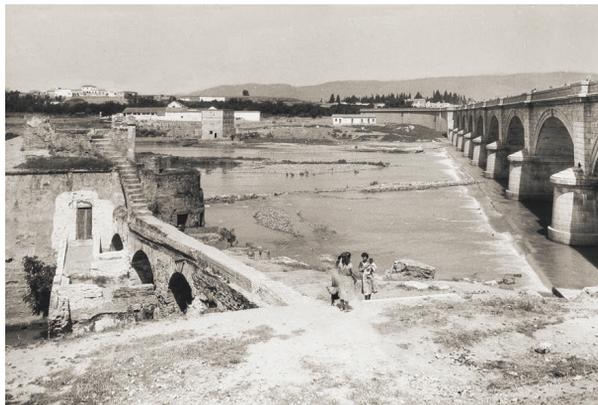


REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES

I.S.S.N.: 0213-7585

2ª EPOCA Septiembre-Diciembre 2013



98

SUMARIO

Artículos

Leopoldo José Cabrera Rodríguez. Desigualdad social, rendimiento y logros educativos en España (1990-2012): Los desequilibrios regionales aumentan Aitziber Etxezarreta Etxarri, Gala Cano Fuentes, Joris Hoekstra y Kees Dol. Análisis multiescalar de la burbuja inmobiliaria y los desahucios: la Comunidad Autónoma de Euskadi en el contexto estatal y europeo

Inmaculada Caravaca Barroso y Gema González-Romero. Políticas de promoción económica y de ordenación territorial de la economía del conocimiento en la aglomeración metropolitana de Sevilla

Macarena Marchante-Lara y Carlos G. Benavides-Chicón. A comparative analysis of the Provision of Urban Public Transport: Special Reference to Malaga City

Segundo Abrahán Sanabria Gómez. Asimetrías tecnológicas y desequilibrios económicos regionales: una aproximación teórica

Luis Copano Ortiz y Jesús Ventura Fernández. La organización del territorio submunicipal en Andalucía. Criterios administrativos para su delimitación

Estefanía Villar Cheda, M^a Esther Calvo Ocampo, M^a Esther López Vizcaino, Carlos L. Iglesias Patiño, Solmary Silveira Calviño y M^a Isolina Santiago Pérez. Clasificación de los municipios gallegos según su grado de urbanización

Resensiones y reseñas bibliográficas

Texto

Asimetrías tecnológicas y desequilibrios económicos regionales: una aproximación teórica

Technological asymmetries and regional economic imbalance: a theoretical approach

Segundo Abrahán Sanabria Gómez¹

Recibido, Febrero de 2013; Versión final aceptada, Octubre de 2013.

PALABRAS CLAVE: Cambio tecnológico, Economía evolucionista, Difusión tecnológica, Estructura económica, Desigualdad económica.

KEYWORDS: Technological change, Evolutionary economics, Technological diffusion, Economic structure, Economic inequality.

Clasificación JEL: O14, B25, A12., B52.

RESUMEN

El presente trabajo pretende examinar la forma en que se concibe la tecnología y las características de los procesos de difusión del cambio tecnológico entre las diferentes regiones de un país. El objetivo principal, es encontrar elementos teóricos que permitan explicar la forma como la tecnología y su dinámica puede afectar la desigualdad entre diferentes regiones, teniendo en cuenta la heterogeneidad en la estructura económica de las mismas. El texto aborda la problemática teniendo en cuenta que los efectos que se derivan de una macroinversión, están asociados a las condiciones de contexto en que tiene lugar, lo que implica que si las condiciones económicas de cada región son diferentes, igualmente habrá diferencia en los beneficios que se obtengan de una macroinversión.

ABSTRACT

Economic inequality between regions is a problem that has been linked to many researchers from different disciplines, resulting in a significant volume of literature that analyzes the problem from different approaches. Authors such as Martin and Sunley (1996) and Moncayo (2004), make judicious tour of the international literature on the discussion of regional economic inequality. Equally, Lambooy and Boschma (2001) and Martin and Sunley (2006), Page (2006), Scott (2006) and

1 Economista de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Magister en Ciencias Económicas Universidad Nacional de Colombia. Candidato a Doctor en ciencias Económicas Universidad Nacional de Colombia. Profesor Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Actualmente director de Extensión Universitaria de la misma Universidad. E-mail: Sago2006@gmail.com

others, have developed important analysis of the role of technological development at the regional level. However, there is not enough clarity on the relationship between technological progress and regional economic imbalances.

This paper seeks to examine how technology is conceived and the characteristics of the processes of diffusion of technological change between different regions of a country. From the different theoretical approaches are to identify elements of analysis to help explain how technological progress affects regional economic imbalances. The paper argues that the role of technology in economic growth is not neutral between regions due to the development and incorporation into the production system requires particular conditions. Consequently, when these conditions are heterogeneous across regions, the impact of technological progress on productivity of the economic system is asymmetric, which results in the formation of technological trajectories and accumulation of productive resources in favor of one region to the detriment of other strengthening economic imbalances between regions.

From the second half of the twentieth century, technological progress is recognized as a resource for economic production and since then it is assigned a potential effect on economic growth and development. Given the importance of the economic literature, theoretical and empirical level, assigned to technological progress, requires a conceptual approach to the issue of technology and its relationship with economic development. This case is taken as a reference to Mokyr (2003: 6) for whom the "Technology is knowledge. Knowledge, as is well known, has always been a difficult concept for standard economics to handle. It is at the core of modern economic growth, but many characteristics make it slippery to handle. (...)The basic unit of analysis of technology is the "technique." A technique is a set of instructions on how to produce goods and services. (...) While technology often depends on artifacts, the artifacts are not the same as the technique and what defines the technique is the content of the instructions."

However, among the first authors who gave an important role to technological change in economic development is Schumpeter, who argues that technological change is induced by the nature of capitalism that is derived primarily from competitive structures and the need of capitalist to sustain the market. These proposals are the origin of evolutionary economic theory, which is supported on a metaphor that refers to biological processes, although there are important differences between manufactured and what comes from a natural birth, but evolutionary metaphor is a effective tool to explain the history of technological change (Basalla, 1991).

Those who approach the problem of technological progress from the biological perspective, are two categories in the analysis. On one hand, micromutations arise, which are small changes that occur in an existing species and gradually altering their features. This phenomenon is associated with microinvencciones, which are small progressive steps that improve, adapt or modernize existing techniques already in use, thereby perfecting their form and function, reduces costs, increases durability and decreases the energy and raw materials. On the other hand, appear macromutations, resulting in new species, which in this context equivalent to the macro inventions, which are to be those inventions of which emerges a radically new idea. This analytical approach concludes that the dynamics of technological progress, the macro inventions and microinvencciones not replace, but complement (Mokyr, 1993).

According to Elster (2000), variations are random, and are usually very small and the result is a local maximum, which means you can choose the best result, but this is best only locally, because you can not compare it to other places as the actors are different and preferences are different, and probably not known other benchmarks. The imperfection of the original builder, allowing the final perfection, this implies that there is no optimal, universal nor permanent. This approach leaves asymmetries implicit relationship between economic growth and technical progress for each economic region.

Of the approaches of Schumpeter, Mokyr and Elster, inferred how innovations arise, however for dissemination through the production system requires additional conditions as previous knowledge accumulated by organizations. However, there are conditions that slow the process of diffusion of innovations, as expounded Soet and Turner, "The importance of the diffusion of innovation rather than the mere occurrence of innovations is of course the mayor factor underlying

most of the microeconomic diffusion literature. The fundamental reason for delay in adopting –the so-called retardation factors- have been found to relate both to uncertainty and lack of information about the new technology and the often proprietary nature of the new technology.” (Soet and Turner, 1984: 612).

In this context, previous knowledge is complementary to the more specific knowledge required for new activities. But, in each industry there is a specific knowledge base on which these developments continue, however, these knowledge bases available are different in each place, which allows the existence of different rhythms and skill sets for innovation. Also, the knowledge and skills acquired by a firm are cumulative, which tends to reduce the randomness in the search results of innovations and this will determine the economic regions and technologies used, as it creates favorable conditions for their use and development.

According to the evolutionary approach, technological development follows a path around specific properties that act as search rules, technological imperatives and accumulation of expertise within each technological paradigm. As a result, you get a diversity among firms is a permanent and fundamental technological change and its asymmetric effects in the industrial environment. This condition of permanent asymmetries conditions the process of diffusion of innovations, which may face two scenarios: homophily y heterophily. In the first referenced when interacting group of individuals has similar characteristics and the second is when interacting groups of individuals with different characteristics. The latter is the most common as Rogers poses.

However the behavior of entrepreneurs in different economic activities, making different rates, which may explain disparities in technological progress among economic sectors and between industries. From this perspective, the dynamics of regional growth based on innovation and technology, assumes a different pattern in relation to the geographical and historical status. That is, the relationship between these variables and growth is not stable over time, but this may be changing, which will allow the growth rates of the regions and their economic activities are oscillations or cycles in a given period. In this sense, the institutional conditions, availability of information and technology resources make the difference between regions in relation to the role of creativity and the development of a region in relation to other.

Of Analysis that posed Martín and Sunly, it follows that in each region, there is a provision of conditions which form a specific context in which it takes place, different technological mutations, but these mutations, even random, will be conditioned, or at least its purpose for a specific context. In the regional analysis, it is necessary to place two aspects in relation to the processes of diffusion of a technology: This process depends, among other things, whether the macroinversión or macroinversión took place within the region, or if instead, this occurred in another region, and what geographical, intellectual, historical, cultural and technological separating the two regions.

Therefore, the structural heterogeneity in underdeveloped regions, it becomes a limit to the link between business processes and thus prevents the integration of economic space. “In those cases, the possibilities for firms to build capabilities depend almost entirely on internal efforts, which would act as a strong restriction on learning opportunities” Robert y Yougel 2010: 442). This approach shows that each region is an abstract set of interrelationships of different order, which under particular dynamics, are setting their own functional forms to relate the determinants of economic growth. Surely when comparing a group of regions must identify a number of common elements around growth, but the shape and intensity as they relate to each other, show important differences between them.

What I finally concluded, after review of literature presented, is that the emergence of technological innovations has a random behavior in geographic space. However, certain economic areas may be conditions which favor these processes, also foster the processes of diffusion of innovations in a territory other between firms and between products. When a region has favorable conditions for such processes, facilitates the formation of technological trajectories, which reinforce the original terms of favorability, thus allowing technological progress in these regions drive growth and economic development at a higher rate compared to the regions that do not have these conditions favorability, resulting in a cumulative circular causation process.

1. INTRODUCCIÓN

El problema de la desigualdad económica entre regiones, ha sido abordado desde diferentes perspectivas y la literatura sobre el tema es abundante. Autores como Martin y Sunley (1996) y Moncayo (2004) hacen un juicioso recorrido por la literatura internacional sobre el debate de la desigualdad económica regional. Igualmente, autores como Lambooy y Boschma (2001) y Martin y Sunley (2006), Page (2006), Scott (2006) y otros, han desarrollado importantes análisis sobre el papel del desarrollo tecnológico a nivel regional. Sin embargo, no hay suficiente claridad sobre la relación entre progreso tecnológico y desequilibrios económicos regionales. Por lo tanto, el aporte que este documento pretende, es mostrar que el papel de la tecnología en el crecimiento económico no es neutral entre regiones, sino que requiere unas condiciones de contexto, tanto para su propio desarrollo, como para lograr sus mejores efectos en el sistema económico. En consecuencia, cuando las condiciones de contexto en cada región son heterogéneas, la incidencia del progreso tecnológico será asimétrica, lo cual da lugar a la formación de trayectorias tecnológicas y de acumulación de recursos productivos a favor de unas regiones y en detrimento de otras fortaleciendo los desequilibrios económicos entre regiones.

El presente ensayo busca examinar la forma en que se concibe la tecnología y las características de los procesos de difusión del cambio tecnológico entre las diferentes regiones de un país. El texto pretende, a través de diferentes enfoques teóricos, hacer un recorrido por la literatura relevante para identificar elementos de análisis que sirvan para explicar la forma como el progreso tecnológico incide en los desequilibrios económicos regionales. La discusión se aborda en cinco partes después de esta introducción. La primera busca establecer un orden conceptual sobre la tecnología. En la segunda se intenta una aproximación a este fenómeno desde un enfoque evolucionista y poder mostrar así, como estos procesos dependen en alguna medida de las condiciones de contexto en que tienen lugar, permitiendo que la dinámica del cambio tecnológico tenga particularidades en cada región. En la tercera, se trata de enfocar el análisis en los procesos de difusión de los cambios tecnológicos. En la cuarta se busca discutir la dinámica de la tecnología en relación con el desarrollo económico y una quinta que aborda la discusión sobre la relación entre trayectorias tecnológicas y desequilibrios económicos regionales. Finalmente se presentan las conclusiones.

2. EL CONCEPTO ECONÓMICO DE TECNOLOGÍA

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el progreso tecnológico es reconocido como un recurso de producción económica y, desde entonces le es atribuido

un potencial efecto en el crecimiento y desarrollo económico. Dada la importancia que la literatura económica, a nivel teórico y empírico, le ha asignado al progreso tecnológico, se justifica un acercamiento conceptual al tema de la tecnología y su relación con el desarrollo económico. En este caso, la unidad de análisis es la tecnología. Varios de los estudios que discuten el cambio tecnológico, pasan por alto la especificación y delimitación de su significado. Entre los autores que discuten más de cerca este concepto se encuentra Mokyr (2003: 6), para quien la "Technology is knowledge. Knowledge, as is well known, has always been a difficult concept for standard economics to handle. It is at the core of modern economic growth, but many characteristics make it slippery to handle. (...) The basic unit of analysis of technology is the "technique." A technique is a set of instructions on how to produce goods and services. (...) While technology often depends on artifacts, the artifacts are not the same as the technique and what defines the technique is the content of the instructions."

En este contexto, la técnica es como tal un fenómeno estático, el cual necesita de la disponibilidad de un conocimiento para que pueda cambiar; este conocimiento aplicado a la técnica constituye la tecnología. Mokyr (2008: 19) define la tecnología como "... la manipulación de la naturaleza con el fin de que los humanos consigamos beneficios materiales." El conocimiento necesario para direccionar la manipulación de la naturaleza, surge inicialmente de la observación de los fenómenos naturales del entorno y el intento de establecer regularidades y patrones sobre tales comportamientos. Este conocimiento se compone de dos partes: "uno es el conocimiento "qué" o conocimiento *proposicional* (es decir, las creencias) sobre los fenómenos y regularidades naturales. Tal conocimiento puede emplearse entonces para crear conocimiento "cómo", es decir, conocimiento instruccional o *prescriptivo*, al que podemos llamar técnicas" (Mokyr, 2008: 20)². El conocimiento proposicional sirve de apoyo a las técnicas que se ejecutan cuando se lleva a cabo un proceso de producción económica.

En cambio, el conocimiento prescriptivo es el utilizado en la ejecución de las técnicas o regularidades, el cual, al combinarse con el conocimiento proposicional da como resultado el conocimiento tecnológico. Las técnicas³ constituyen grupos de instrucciones o de fórmulas listas para ser ejecutadas en pro de manipular la na-

- 2 "El conocimiento proposicional agregado de una sociedad puede definirse de forma sencilla como la unión de todas las declaraciones de tal conocimiento contenidas en la mente de personas vivas o de dispositivos de almacenamiento. (...) entonces, un descubrimiento es simplemente la agregación de un fragmento de conocimiento al conjunto que hasta entonces no formaba parte de él. La sociedad sabe algo si al menos un individuo lo conoce."(Mokyr, 2008: 21).
- 3 Las técnicas son conjuntos de instrucciones que se encuentran en el cerebro de las personas o almacenadas en dispositivos, listos para ser utilizados con fines específicos.

turaliza en algún sentido preestablecido. En un contexto económico, cuando estas manipulaciones se llevan a cabo, se obtiene como resultado la producción de un bien o servicio, es entonces cuando estos conocimientos se convierten en acciones (Mokyr, 2008: 26).

De otro lado, Agazzi (1998), define la técnica como una exhibición de habilidades prácticas que facilitan la realización de ciertas actividades. Este concepto abarca un conjunto de habilidades para realizar ciertas actividades y por tanto, la tecnología es fundamentalmente el dominio de la técnica; es el uso del conocimiento científico para manipular las diferentes técnicas. Es decir, la tecnología es aplicación de conocimiento con fines específicos, lo cual implica el conocimiento de los problemas y el diseño de aparatos y herramientas especiales para incidir sobre las técnicas (Agazzi, 1998: 2)⁴. Mientras tanto, (Galbraith, 1970: 28) plantea que “La tecnología significa aplicación sistemática del conocimiento científico (u otro conocimiento organizado) a tareas prácticas”.

3. EL CAMBIO TECNOLÓGICO: UN ENFOQUE EVOLUCIONISTA

El análisis evolucionista está soportado en una metáfora que hace referencia a los procesos biológicos⁵, aunque existen importantes diferencias entre lo fabricado y lo que proviene de un nacimiento natural; sin embargo, la metáfora evolutiva es un instrumento eficaz para explicar la historia del cambio tecnológico (Basalla, 1991: 15). Basalla, muestra detalles de un conjunto diverso de herramientas que fueron cambiando con el tiempo ¿qué explica estos cambios? “... el cambio de los artefactos se dirige a lo largo de un camino progresivo, aun cuando los artesanos fuesen totalmente inconscientes de las implicaciones de largo alcance de las ligeras mejoras que habían introducido. Al satisfacer una necesidad inmediata, inadvertidamente, habían contribuido a fomentar el progreso técnico.” (Basalla, 1991: 35).

- 4 “It is now clear why science has a closer link with technology than with technique. On one hand, technology is to a large degree –one might even say essentially– an *applied science*. (This is not wholly true, since its development also relies on purely technico-operational factors in the senses we have noted.) On the other hand, when scientific research poses certain *cognitive* problems, they can be solved by projecting and constructing appropriate apparatuses or instruments (that is, appropriate *machines*), and it is technology that does this. Between the two, then, a system of *positive feedback* is established, one of reciprocal stimulation to ever more rapid and expansive growth”. (Agazzi, 1998: 5).
- 5 “We have already argued that the term ‘evolutionary economics’ should not be reserved to applications of strict biological metaphors to the study of economics. The term evolutionary economics is also associated with a less formal (or more ‘appreciative’) strand in economics that focus on evolution as a process of qualitative change and the roles of technology and institutions in this process”. (Fagerber y Varspagen. 2002: 1291).

Basalla sostiene además, que la técnica puede apoyarse en los hallazgos científicos, pero la técnica es de todos modos más antigua que la ciencia, y por ello la técnica no es la sierva de la ciencia. Aquí se reconoce una interacción entre ciencia y tecnología, ya que los instrumentos modernos son en gran medida, el resultado de la aplicación de la teoría y principios científicos. Si bien, hasta hace digamos un siglo, la técnica pudo tener cierta autonomía frente a la ciencia, en el mundo moderno de hoy, esta autonomía, es prácticamente inexistente, por ejemplo en la tecnología electrónica⁶. Pero de todos modos, no es fácil saber la dirección causal entre ciencia y técnica, pues esta puede ser diferente entre actividades económicas.

Según el autor, los cambios tecnológicos no surgen en un proceso discontinuo, sino que siempre existe una serie de antecedentes que hicieron posible el resultado presente. Esto implica que en el proceso hay presencia de cierta continuidad y tal vez, este aspecto ayuda a fundamentar la pertinencia de la analogía evolutiva (Basalla, 1991: 42 y 43). Es así como "... la forma, estructura y tipo de fabricación del automóvil moderno derivaron de la bicicleta," (Basalla, 1991: 79) y por lo tanto, un automóvil moderno mantiene incorporados algunos principios funcionales de una bicicleta. No obstante, el talento de los inventores, y unos antecedentes de conocimiento tecnológico, no son suficientes, aunque sí necesarios, para crear innovaciones de amplias repercusiones tecnológicas y económicas. (Basalla, 1991: 83).

Quienes abordan el problema del progreso tecnológico desde la perspectiva biológica, encuentran dos categorías en el análisis. De un lado, surgen las micro-mutaciones, que son pequeños cambios que se producen en una especie existente y que alteran gradualmente sus rasgos. Este fenómeno se asocia entonces con las microinvenciones, son pequeños pasos progresivos que mejoran, adaptan o modernizan técnicas existentes que ya están en uso, con lo cual se perfeccionan su forma y funcionamiento, se reducen los costos, se incrementa la durabilidad y se disminuye el consumo de energía y de materias primas. De otro lado, aparecen las macromutaciones, que dan lugar a nuevas especies, lo que en este contexto equivale a las macroinvenciones, que vienen a ser aquellos inventos de los que emerge una idea radicalmente nueva. Este enfoque analítico concluye que en la dinámica del progreso tecnológico, las macroinvenciones y las microinvenciones no se sustituyen, sino que se complementan (Mokyr, 1993: 29).

6 "Muchas de las máquinas inventadas durante la revolución industrial inglesa tenían poco que ver con la ciencia de la época. La industria textil, en el núcleo del crecimiento económico del siglo XVIII, no fue resultado de la aplicación de la teoría científica. (...) El siglo XX testimonia una expansión ulterior de las tecnologías de base científica. Pero a pesar de la influencia de las nuevas teorías y datos científicos, la tecnología moderna supone mucho más que la aplicación rutinaria de los descubrimientos realizados por los científicos." (Basalla, 1991: 42 y 43).

En el análisis de Mokyr, una técnica es equivalente a una especie de la biología, y por ello las que evolucionan son las técnicas y no las empresas; de tal forma que cuando aparece una nueva técnica, es equivalente a la aparición de una nueva especie. (Mokyr, 1993: 342). Sin embargo, las innovaciones no se dan de manera simultánea en todos los sectores y empresas; sino que permanentemente están apareciendo innovaciones en diferentes empresas, por lo que en cada momento, existen innovaciones maduras, otras en procesos y otras de reciente aparición. De estas innovaciones, que tuvieron lugar a partir de variaciones en las diversas tecnologías, cada firma va seleccionando las de su preferencia. En este caso, el ahorro social actúa como una de las variables que ayudan en los procesos de selección entre diferentes técnicas. Este ahorro social está representado por el conjunto de mejoras que se obtienen al dejar de usar una técnica antigua y remplazarla por una técnica nueva⁷.

Para los evolucionistas del cambio tecnológico, las nuevas ideas se asimilan a las mutaciones, en la medida que representan desviaciones de sus características normales y tienen que ser sometidas a diferentes pruebas de su entorno. De estas pruebas, se da un proceso de selección en el que unas sobreviven y otras aunque nuevas desaparecen (Mokyr, 1993: 345). Existen condiciones en que los procesos de selección resultan incompletos, lo que permite que coexistan tecnologías nuevas con tecnologías obsoletas. Uno de los determinantes de esta situación, es el aislamiento geográfico, pero cuando se altera tal aislamiento, el equilibrio local se rompe, dando lugar a transformaciones basadas en las nuevas tecnologías, las cuales desplazan a las anteriores. “De manera similar, pueden coexistir diferentes técnicas cuando los productores menos eficientes controlen un recurso específico sobre el que tiene derechos de propiedad y eso les permite sobrevivir y reproducirse sin competir con otros productores.” (Mokyr, 1993: 346).

Según Mokyr, la capacidad de una macroinvención para permanecer, está sujeta a su capacidad de competir y sobrevivir, y además se requiere que sea técnicamente realizable, es decir, que se pueda utilizar y reproducir, y que sea al menos tan eficaz como las tecnologías anteriores. Así mismo, requiere de un contexto social favorable, para que puedan desarrollarse las ulteriores microinvenciones que faciliten su adaptación a las condiciones locales, donde recibirá mejoras continuas producto, entre otras fuentes, de los procesos de aprendizaje (Mokyr, 1993: 362). El progreso tecnológico puede tener lugar por “... una súbita macroinvención, seguida de una serie de microinvenciones que la modifican y perfeccionan para hacerla funcional

7 “como hay un exceso de novedades tecnológicas, y por consiguiente no hay una adaptación satisfactoria entre la invención y las necesidades o deseos, ha de tener lugar un proceso de selección en el que se desarrollan algunas innovaciones y se incorporan a la cultura, mientras que otras son rechazadas.” (Basalla, 1991: 167).

sin alterar su concepto. [O también] mediante una secuencia de microinvenciones que desemboca en una técnica tan diferente de la original que puede ser clasificada como nueva, antes que como una versión mejorada de la original.” (Mokyr, 1993: 362). Las microinvenciones son generalmente el resultado de una selección intencional asociada a beneficios concretos, mientras que las macroinvenciones, son más el resultado aleatorio de diferentes acciones.

Elster, por su parte, retoma los planteamientos evolucionistas, tanto desde la biología como desde la economía y, sostiene que estos autores parten de observar una conducta instrumental que es propia de ciertos seres vivos. Esta conducta está mediada por la existencia y uso de ciertas herramientas que definen un perfil de la relación entre los animales, las herramientas y otros animales. En esta relación es posible identificar conductas o comportamientos que permiten el uso y fabricación de las herramientas y la utilización de herramientas para fabricar otras herramientas, haciendo que la relación entre el individuo y la herramienta ya no sea solamente instrumental (Elster, 2000: 120). Este autor sugiere que los posibles cambios que se le han de aplicar a una herramienta, pueden ser el resultado de la necesidad, la intencionalidad o el discernimiento. Para poder aplicar un cambio a una herramienta, debe existir un referente de comparación que puede ser otra herramienta, pero esto implica que debe existir un parámetro de comparación y por tanto unos criterios para formar este parámetro (Elster, 2000).

Según Elster, las variaciones son aleatorias, y son generalmente muy pequeñas y el resultado es un máximo local, lo que implica que se puede elegir el mejor resultado, pero este es mejor solo a nivel local, porque no es posible compararlo con otros lugares ya que los actores son diferentes y las preferencias también son diferentes, y probablemente no se conozcan otros elementos de referencia. La imperfección del constructor inicial, permite la perfección final, esto implica que no hay óptimos universales ni permanentes. (Elster, 2000: 124). “... tenemos un máximo local si hay algún entorno del estado estudiado en el que no hay alternativa mejor según algún criterio de optimización, que podría ser a corto plazo o a largo plazo. En segundo lugar, tenemos un máximo local si no se pueden realizar más mejoras pasando antes por un deterioro temporario.” (Elster, 2000: 125).

Mientras tanto, Dosi desde una perspectiva más ajustada a la economía, considera que el proceso de avance tecnológico puede tener cuatro modelos básicos, caracterizados por las siguientes condiciones: procesos de búsqueda económicamente muy costosos; procesos informales de difusión de la información y las capacidades tecnológicas a través de publicaciones científicas, asociaciones tecnológicas, procesos de aprendizaje, etc. Capacidad de las firmas para internalizar las externalidades disponibles, asociadas con learning by doing y learning by using; adopción de las innovaciones desarrolladas por otras industrias y que se encuentran incorporadas en bienes de capital y bienes intermedios. (Dosi, 1988: 1125).

En esta perspectiva, los procesos implican innovación y difusión, en los que existen diferentes grados y mecanismos de selección y de aprendizaje. Los mecanismos de selección son en su mayoría, de orden económico, como niveles de ganancia, cuotas de mercado, el mismo costo de los procesos de innovación, entre otros. Mientras que los mecanismos de aprendizaje pueden desarrollar capacidades tanto para la innovación como para la imitación, los cuales se pueden ir acumulando al interior de la firma. (Silverberg, Dosi and Orsenigo, 1988: 1034).

4. LA DIFUSIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO.

Algunos autores han planteado que “La idea de difusión hace referencia a filtración de los conocimientos que los agentes (...) generan, los cuales representan una fuente central de sus ventajas competitivas.” (Erbes, Robert, Yoguel, y otros, 2006: 52). Una vez que aparecen las macroinvenciones, el interrogante que surge es ¿cómo los agentes que en principio no participaron en tal invento, acceden a esta? El tema de la difusión, propagación, filtración del conocimiento o de la tecnología o de las invenciones o de las innovaciones, ha sido abordado desde distintos enfoques.

Desde el punto de vista histórico, Basalla explica que ninguna sociedad es autosuficiente ni ha permanecido completamente aislada (Basalla, 1991: 101). El tema de autosuficiencia implica la posibilidad que existan o hayan existido sociedades que en principio eran autosuficientes, pero este equilibrio se rompió, cuando al entrar en contacto con otros grupos sociales, que también parecían autosuficientes, descubrieron que no lo eran, fundamentalmente porque entre ellas habían formas diferentes de hacer las mismas cosas, y que unos grupos tenían cosas que otros no tenían. Aquí aparece la posibilidad de suplir unas necesidades que no estaban resueltas completamente.

Mientras que “Diferentes especies biológicas no suelen cruzarse, y en los raros casos en que se cruzan, su descendencia no es fértil. Por otra parte, los tipos artefactuales se combinan rutinariamente produciendo entidades nuevas y fructíferas.” (Basalla, 1991: 170); en el análisis de la difusión de una tecnología, bajo la analogía biológica, si existe la posibilidad de que dos tecnologías se crucen o se combinen para dar lugar a una nueva tecnología. Las diferentes tecnología, pueden combinarse y los resultados de estas combinaciones pueden reproducirse sin límites de tipo natura, porque pareciera que en ellas todos sus componentes son modificables y sus relaciones ajustables. Esta condición se convierte en un componente dinámico del cambio tecnológico, sobre el cual se desarrollarán nuevas microinvenciones.

Cohen y Levinthal (1990: 129) reconocen como una premisa que determina la capacidad de absorción de nuevo conocimiento, al conocimiento precedente

acumulado en las organizaciones. No obstante, existen condiciones que retardan los procesos de difusión de las innovaciones, tal como lo exponen Soet y Turner, "The importance of the diffusion of innovation rather than the mere occurrence of innovations is of course the mayor factor underlying most of the microeconomic diffusion literature. The fundamental reason for delay in adopting –the so-called retardation factors– have been found to relate both to uncertainty and lack of information about the new technology and the often proprietary nature of the new technology." (Soet and Turner, 1984: 612).

En el análisis reciente de la difusión del cambio tecnológico, se formulan interrogantes como ¿porqué una nueva tecnología no es adoptada de manera instantánea por todas las firmas? Cuales son los factores que retardan esta aplicación? Y cual es la variable relevante en la conducción del proceso de difusión? (Silverberg, Dosi and Orsenigo, 1988: 1032). Frente a estos interrogantes, Mokyr explica que "... por lo general, el progreso tecnológico en una sociedad es un proceso temporal y vulnerable, con muchos y poderosos enemigos con un especial interés en el *status quo* o aversión a los cambios que lo amenazan de continuo." (Mokyr, 2001: 224). Por lo anterior, en la mayoría de los casos, para que una innovación sobreviva y sea adoptada en una firma o grupo social, sus ventajas deben ser sustancialmente superiores a las ofrecidas por el *statu quo*, igualmente tiene que tener la capacidad de eliminar otras innovaciones entre las que están las no favorables pero también algunas favorables. Todos los sistemas tecnológicos tienen una resistencia al cambio, y que solo serán desplazados o remplazados por un sistema significativamente superior o porque caigan en desuso⁸ (Mokyr, 2001: 226).

Según Dosi (1988), uno de los móviles que dan origen a la innovación, es la búsqueda de solución a los problemas, porque de alguna manera cada innovación responde a una solución de un problema sin importar la forma como este sea concebido y la solución o respuesta a un interrogante o necesidad puede resultar ya sea por descubrimiento o por creatividad. Pero la solución tecnológica de un problema implica, en la mayoría de los casos, el uso de información sobre diseños anteriores o formas de conocimiento existentes que actúan como insumos intermedios, capacidades ya desarrolladas o inventos disponibles que resultan útiles para idear soluciones a nuevos problemas.

8 "De todas formas, vencer la resistencia intrínseca es la clave del progreso tecnológico: si no se hubieran probado nunca algunas ideas locas, seguiríamos viviendo en la edad de piedra. La idea de que <si no esta roto, no lo arregles> es una de esas medias verdades que reflejan la ambigüedad del problema." (Mokyr, 2001: 227). Mas adelante afirma que "La transmisión entre generaciones del ADN tecnológico se realiza mediante el entrenamiento de aprendices o de hijos a cargo de las personas que poseen la información. (Mokyr, 1993: 344).

En este contexto el conocimiento precedente o común, resulta complementario al conocimiento más específico necesario para nuevas actividades (Dosi, 1988: 1126). No obstante, en sectores económicos específicos existe una base de conocimiento específico sobre el cual se continúan los desarrollos subsiguientes, pero estas bases de conocimiento disponible son diferentes en cada caso y en cada lugar, lo que permite que existan diferentes ritmos y conjuntos de habilidades para la innovación. En este caso se habla de actividades específicas y tecnologías específicas. (Dosi, 1988: 1127).

Así mismo, el conocimiento y las habilidades adquiridas por una firma son acumulables, lo cual tiende a reducir la aleatoriedad en los resultados de la búsqueda de las innovaciones y esto va determinando las regiones económicas y las tecnologías utilizadas, toda vez que se crean condiciones favorables para su uso y su posterior desarrollo, pues por ejemplo los mercados alcanzan un mayor desarrollo en torno a estos procesos y productos. Ahora, si es posible delimitar estas actividades y estas zonas económicas, es posible predecir los patrones futuros de innovación de las firmas, las industrias y los países. (Dosi, 1988: 1131; Soete y Turner, 1984).

Dosi (1997), plantea que los agentes tienen capacidades para descubrir nuevas tecnologías, nuevos patrones de comportamiento, nuevas formas de organización, pero estas surgen y aparecen de forma diferente entre ellos. Por lo tanto, la comprensión incompleta e imperfecta de la dinámica económica y la existencia de *path-dependent*, implica un aprendizaje heterogéneo entre los agentes, aun con información idéntica y oportunidades idénticas. Los procesos de adaptación de o a las nuevas tecnologías, también son imperfectos, lo que posibilita una diferenciación entre agentes; debido, entre otras razones, al comportamiento de estos en los mercados, la utilización de los mecanismos de selección en relación con las tasas de crecimiento resultantes de la conjugación de diferentes instituciones, rutinas y tecnologías. Todos estos factores configuran un fenómeno agregado, cuyo comportamiento permanece lejos del equilibrio y con unos procesos de aprendizaje heterogéneos (p. 1531)

Silverberg, Dosi y Orsenigo (1988: 1032), plantean que la tecnología lejos de ser un bien libre, se caracteriza por varios grados de apropiabilidad y de incertidumbre sobre los resultados fortuitos de los esfuerzos innovadores. La oportunidad para lograr avances tecnológicos, la acumulación de resultados y conocimiento y los patrones de innovación y de explotación del conocimiento tecnológico, su estructura y el componente tácito del conocimiento, constituyen el soporte de los procesos de innovación. El desarrollo tecnológico tiende a estar ordenado en torno a una trayectoria que sigue unas propiedades tecnológicas específicas; como reglas de búsqueda, imperativos tecnológicos y la acumulación de experticia al interior de cada paradigma tecnológico. Como consecuencia de lo anterior, se obtiene una diversidad entre firmas que es una característica permanente y fundamental del cambio

tecnológico que sufre el ambiente industrial. La diversidad entre firmas y también entre industrias, puede caer entre las principales variables que explican las asimetrías tecnológicas de que se viene discutiendo. (Silverberg, y otros, 1988: 1033).

Rogers y un grupo de autores que lo siguieron, han logrado un mayor desarrollo del análisis de la difusión de las innovaciones. Estos autores definen la tecnología como el diseño de una acción o instrumento que reduce la incertidumbre de las relaciones causa-efecto para convertir en alcanzable un deseo (Sahin, 2006:14). Un proceso de difusión de una nueva idea requiere los siguientes componentes: 1) la innovación definida como una idea, práctica u objeto que es percibido como nuevo por un individuo u otro grupo de agentes interesados en adoptarlo 2) esta innovación es comunicada a través de ciertos canales 3) en un tiempo determinado 4) entre los miembros de un sistema social (Rogers, 1976: 292; Murray, 2009: 109)⁹.

Los procesos de difusión pueden enfrentar dos escenarios: homophily y heterophily. En los primeros hace referencia a cuando el grupo de individuos que interactúa posee características similares y en el segundo es cuando interactúan grupos de individuos con características diferentes. Este último caso es el más común según plantea Rogers. El proceso de decisión que lleva a la adopción de una innovación debe pasar cinco etapas.

- a) *Estado del conocimiento*: en este caso se trata de que el individuo o la población tengan información de que existe una innovación, lo cual puede motivarlos a indagar más sobre esta innovación y, el how-to-knowledge, que contiene información sobre la forma como se usa esa innovación. El principal-knowledge, que contiene información de cómo y porque una tecnología funciona.
- b) *Estado de persuasión*: ocurre cuando el individuo ya tiene una percepción de si adopta o no una innovación, pero la información disponible no le resulta suficiente para adoptarla o rechazarla¹⁰. Entre mas información reciba un individuo sobre una tecnología, la probabilidad que decida adoptarla es mayor.
- c) *Estado de la decisión*: en esta etapa del proceso el individuo ya ha decidido si adopta o rechaza una innovación. Si una innovación ha sido probada o

9 Los componentes de esta teoría no implican solamente enterarse que existe un conocimiento, sino que también implican una actitud de cambiar las decisiones de adopción de las innovaciones tecnológicas (Roman, 2004: 56).

10 En contraste con esta teoría, los modelos de equilibrio asumen que los agentes tienen información perfecta y que las decisiones de una firma de adoptar o no una tecnología dependen exclusivamente de los beneficios que se deriven de adoptar una nueva tecnología. (Abdulai y Huffman, 2005: 647).

ensayada por un individuo o una empresa, su probabilidad de adopción aumenta. El rechazo se puede dar en dos momentos. Uno cuando el individuo después de probar una innovación decide rechazarla (rechazo activo) y otra cuando el individuo antes de probar una innovación decide no adoptarla en su totalidad (rechazo pasivo).

- d) *Estado de implementación*: se da cuando una innovación es puesta en práctica. No obstante cuando una innovación tiene un alto grado de incertidumbre sobre su funcionamiento óptimo, puede generar problemas en este estado, por ejemplo cuando su adopción implica otros cambios organizacionales y adquisición de tecnologías complementarios como la contratación de expertos operarios y de mantenimiento, para obtener de ella su máximo rendimiento. O se pueden dar casos en que la adopción de una tecnología implica hacerle cambios (ajustes) para que entre en funcionamiento.
- e) *Estado de confirmación*: en este caso la decisión de adopción ya ha sido tomada, sin embargo esta puede ser reversada si la innovación le genera conflictos al individuo. Esto tiene que ver con las dificultades en el mantenimiento que presente la innovación o que el individuo no se sienta satisfecho con el rendimiento de esta nueva tecnología.

El proceso completo de difusión de una innovación tiene según Rogers, la forma de una campana de *gauss*. En el extremo izquierdo están los innovadores que son los primeros que prueban una tecnología y representan aproximadamente el 2,5%. En seguida están los adoptadores tempranos que representan un 13,5%; luego viene una mayoría de adoptadores tempranos con una participación de 34%, luego aparece una mayoría de adoptadores tardíos con un 34% y finalmente en el extremo derecho de la curva se ubica una minoría rezagada (16%) que no adopta la innovación.

Adicionalmente, la rapidez en la adopción de una innovación, depende de cinco atributos: la ventaja, que consiste en el grado en que una innovación es percibida como ventajosa frente a las otras disponibles. La complejidad, que hace referencia a la dificultad para ponerla en marcha. La compatibilidad, que es la capacidad de acoplarse a las condiciones tecnológicas preexistentes en un sistema social. La experimentación, que tiene que ver con la posibilidad que ofrece una innovación para ser probada antes de adquirirla. La visibilidad, es el grado en que sus resultados son visibles para los interesados (Pérez y Terrón, 2004: 309; Lee, Hsieh y Hsu, 2011: 126).

Attewell (1992: 2), plantean que los procesos y sobre todo las decisiones de adopción están condicionadas por, entre otras cosas, por el tamaño de la firma, donde plantea que las firmas grandes adoptan primero que las firmas pequeñas.

La rentabilidad, ya que las firmas que tienen alta rentabilidad adoptan primero que las de baja rentabilidad. El liderazgo de la innovación a través de productos líderes y cambios en los negocios y las condiciones de entrada de las firmas al uso de nuevas tecnologías. Atributos organizacionales y medioambientales de la innovación: en este caso las firmas pueden elegir entre intensidad de la competencia, tamaño de la firma, versus lotes de producción, grado de centralización, fluidez organizacional, proporción de especialistas.

Cuando en una organización o grupo de población se presentan macrodifusiones, la velocidad de la adopción de una innovación depende en primer lugar, del tamaño de la población y del área de aplicación y en segundo lugar de la distancia entre grupos de población (Attewell (1992: 2). Las dificultades de adopción de una innovación tienen que ver con 1). La complejidad y el nivel de abstracción de la base científica 2). De la fragilidad de la tecnología 3). Dificultades para transmitir información después de las primeras aplicaciones 4). Requiere enormes cambios institucionales y 5). No es fácil de producirla y requiere un conjunto de dispositivos complementarios para su aplicación (Attewell, 1992: 4).

MacVaugh y Schiavone (2010: 201), plantean que la rapidez para la adopción de una nueva tecnología depende de si esta es un producto complementario o un producto sustituto; en el primer caso su proceso de difusión es más rápido que cuando la innovación es un producto sustituto de uno ya existente en el mercado. Estos autores identifican una serie de condiciones que determinan la difusión de una innovación:

- *Características propias de la tecnología:* utilidad, complejidad y complementariedad
- *Características de la estructura social:* contexto, orientaciones hacia el uso de la nueva tecnología y posibilidades de contagio.
- *Características del aprendizaje:* nivel de capacitación y habilidades cognitivas, capacidades derivadas de la experiencia y costos que implica la nueva adopción. Todas estas características tienen una dimensión específica a nivel individual, comunitario y de la industria (MacVaugh y Schiavone, 2010: 208; Murray, 2009; Lee, Hsieh y Hsu, 2011: 127-128).

5. CAMBIO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO ECONÓMICO.

A partir de la aproximación anterior al concepto de tecnología y su dinámica, surge el interrogante sobre ¿cuál es la relación dinámica entre cambio (progreso) tecnológico y el desarrollo económico y cuales pueden ser sus principales determinantes? Frente a esta problemática, un autor clave es Schumpeter, quien planteó

que el cambio tecnológico es inducido por la naturaleza del capitalismo que se deriva principalmente de las estructuras competitivas y la necesidad que tienen los capitalistas de sostenerse en el mercado. (Schumpeter, 1984: 120). Y agrega que el desenvolvimiento económico es un fenómeno que emerge del interior de las unidades productivas y que consiste en "... alteraciones discontinuas en la manera tradicional de realizar las cosas" (Schumpeter, 1976: 73). Aquí el autor se refiere concretamente a "aquella clase de transformaciones que surgen del propio sistema, *que desplazan en tal forma su punto de equilibrio que no puede alcanzarse el nuevo desde el antiguo por alteraciones infinitesimales.*" (Schumpeter, 1976: 75, nota al pie).

Aunque para Schumpeter, las preferencias y necesidades juegan un papel importante en la dinámica del sistema, afirma que es el productor quien gesta los cambios económicos, creando incluso, nuevas necesidades en los consumidores. La producción resulta de un proceso de combinación de materiales y fuerzas y por lo tanto, los cambios en estas combinaciones dan como resultado nuevos productos o nuevos procesos. Estos cambios pueden materializarse en la introducción de nuevos bienes, nuevos métodos de producción, apertura de nuevos mercados, nuevas materias primas o nuevas formas organizacionales (Schumpeter, 1976: 77).

En este enfoque, el cambio en la tecnología, o sea las nuevas combinaciones, es tarea del empresario o innovador, quien debe necesariamente recibir una especie de estímulo derivado del funcionamiento de las fuerzas del mercado y la competencia capitalista. Aunque este empresario pueda tener motivaciones adicionales, debido a la competencia permanente que desarrollan los capitalistas; las innovaciones tecnológicas (nuevas combinaciones) resultan necesarias, lo cual induce al empresario a comportarse de acuerdo a las necesidades de la competencia.

Schumpeter plantea que en el proceso histórico de cambio y transformación, habría jugado un papel determinante el empresario, quien tiene la función de hacer nuevas cosas o hacer de una forma diferente las cosas que ya se venían haciendo. Esta característica se convierte en el componente fundamental de la innovación; sin embargo, la innovación no es suficiente para definir lo que es o no es una empresa, ya que a veces no es posible definir con exactitud una innovación. Lo nuevo no necesita ser espectacular en el sentido de generar una ruptura con algún orden anterior. "No es preciso que sea el acero Bessemer o el motor de explosión; puede ser una salchicha Deerfoot. Es bastante esencial observar el fenómeno incluso en los más humildes niveles del mundo de los negocios, aunque pueda resultar difícil hallar los empresarios humildes en la historia." (Schumpeter, 1947: 223).

No obstante, el comportamiento de los empresarios en las diferentes actividades económicas, toma ritmos diferentes, lo cual puede, en parte, explicar las desigualdades en el avance tecnológico, tanto entre sectores económicos como entre industrias. Buena parte de la literatura parece indicar que quienes continuaron el desarrollo de este enfoque analítico fueron Nelson y Winter quienes descubren

que para desarrollar una discusión consistente del cambio tecnológico, es necesario apartarse de los métodos del equilibrio general, ya que analizar la innovación implica aceptar un contexto de incertidumbre radical sobre el futuro de las mismas.

Una teoría de la innovación debe admitir la diversidad y el desequilibrio básico. "... casi todo cambio no trivial en productos o procesos, si no ha habido experiencia previa, es una innovación (...) toda innovación encierra una incertidumbre considerable antes de que esté lista para introducirla y después de ser introducida a la economía; por tanto, el proceso de innovación implica un desequilibrio continuo. En todo momento coexisten ideas que evolucionarán hacia innovaciones exitosas e ideas que fracasarán (...). A través del tiempo, la selección opera sobre las tecnologías existentes, pero continuamente se introducen nuevas tecnologías que impiden el equilibrio." (Nelson y Winter, 1977: 193).

En esta perspectiva, la innovación tecnológica puede tener una lógica interna propia para cada tecnología, de donde se infiere la posible existencia de trayectorias tecnológicas naturales, las cuales pueden ser específicas a un régimen tecnológico que no solo define las fronteras sino también las trayectorias de esas fronteras (Nelson y Winter, 1977: 202-203). Las trayectorias pueden ser diversas pero complementarias, entre ellas de acuerdo a las estructuras económicas e industriales. Igualmente, la existencia de economías de escala potenciales, el conocimiento que ya poseen los técnicos, ingenieros, científicos y las posibilidades de mecanización crean condiciones que facilitan el avance tecnológico en el marco de las trayectorias, haciendo que estas tengan ritmos diferentes. (Nelson y Winter, 1977: 206).

6. TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS Y DESEQUILIBRIOS REGIONALES

Fleming, King y Juda (2007), plantean de entrada el siguiente interrogante: ¿Por qué unas regiones son más innovadoras que otras? Para responder a esta pregunta abordan el enfoque *small world*, que hace referencia a un *clouster* en el que tiene lugar un sistema de interacciones locales que se mantienen atadas por pequeños vínculos. Este concepto de *clouster* lo hacen equivalente a la noción de región y plantean que cuando se fortalecen los vínculos entre regiones, las posibilidades de patentar conjuntamente aumentan. Del mismo modo, cuando las interacciones entre regiones aumentan, también lo hace la probabilidad de que surja innovaciones conjuntas (p. 941-942).

Etzkowitz y Klofsten (2005) encuentran que la relación entre universidades y empresas es una de las condiciones que mas ayudan al surgimiento de ideas empresariales innovadoras basadas en el uso del conocimiento. En este análisis, la generación de conocimiento está a cargo de las universidades e instituciones académicas y de investigación, lo cual hace que las regiones donde esta relación

logra prosperar, adquieran un protagonismo mayor frente a otras regiones donde estas condiciones no tienen un amplio desarrollo (Etzkowitz, 2005). Así mismo se crean unas condiciones favorables para la comercialización y uso económico del conocimiento científico y tecnológico; pero lo que vale resaltar de este trabajo, es que la relación entre universidades, empresas y gobiernos, no es homogénea en el territorio, hecho que deja implícita la posibilidad de que el progreso tecnológico no sea neutral entre regiones, tal como en efecto ocurre. Es decir, que las fuentes de conocimiento determinan en buena medida las condiciones de desarrollo de cada región.

En uno de los trabajos recientes sobre desarrollo regional más citados, Allen Scott (2006), discute ampliamente la relación entre innovación, tecnología y crecimiento regional. El autor plantea que todo parte de la noción de destrucción creadora de Shumpeter como elemento dinámico fundamental. En este trabajo, se deja explícito que la dinámica del crecimiento regional basada en la innovación y la tecnología, asume un comportamiento diferenciado en relación con el espacio geográfico y la condición histórica; es decir, que la relación entre estas variables y el crecimiento, no es estable en el tiempo, sino que esta puede ir cambiando, lo que permitirá que los ritmos de crecimiento de las regiones y sus actividades económicas presenten oscilaciones o ciclos en un periodo determinado. En este sentido, las condiciones institucionales, de disponibilidad de información y recursos tecnológicos marcan la diferencia entre regiones en relación con el papel de la creatividad y el desarrollo de una región respecto a las demás¹¹.

Por su parte, Boschman y Lambooy, explican que la proximidad espacial es entendida como bicausal, sobre todo en los procesos de aprendizaje colectivos. Cuando existen bajos costos de transacción y de búsqueda, se puede fomentar la coordinación entre actores. Esto se logra principalmente porque, 1. La movilidad del capital humano facilita la transmisión del conocimiento tácito, 2. El cruce de información (feedback) entre las redes de actores locales, es reforzado por la especialización tecno-industrial, 3. Una cultura local de confianza basada en las formas y las reglas de comportamiento puede facilitar las transacciones (Boschman and Lambooy, 1999: 415).

Mientras tanto, Bathelt y Boggs (2003) explican el progreso de las regiones a partir de dos elementos: el primero es el aprendizaje interactivo, el cual está relacionado con los procesos de innovación y las características económicas de cada

11 En la perspectiva de Scott, Etzkowitz y Klofsten (2005), formula un modelo de análisis denominado "triple hélix", en el que relaciona a los empresarios, el gobierno y los actores académicos y como resultado de la interacción complementaria entre estos actores surge el desarrollo basado en las empresas de base tecnológica construidas a partir de los resultados de investigación en las instituciones académicas.

región. El segundo elemento tiene que ver con las trayectorias tecnológicas, las cuales se van formando por acumulación de conocimientos asociados a las tecnologías anteriores, por lo que las tecnologías tienden a seguir una misma dirección, marcando así los perfiles tecnológicos de cada región (Bathelt and Boggs, 2003: 267-268).

Por lo anterior, cuando hay unas condiciones dadas en una región, y estas tienen incidencia en el desenvolvimiento de una tecnología, cabe pensar en que estas regiones consolidan un perfil, el cual evoluciona de acuerdo a estas condiciones, que a su vez, marcará una trayectoria. Una trayectoria tecnológica se define como la realización y desarrollo de un paradigma tecnológico¹², el cual puede especificarse como el desarrollo de una macroinvención y sus sucesivas microinvenciones en una industria determinada.

De otro lado, el enfoque denominado *path dependence*, puede ser el de mayor capacidad conceptual y metodológica para explicar la relación entre trayectorias tecnológicas y desequilibrios regionales. "Path-dependence, as I wish to use the term, refers to a dynamic property of allocative processes. It may be defined either with regard to the relationship between the process dynamics and the outcomes to which it converges, or the limiting probability distribution of the stochastic process under consideration." (David, 2000: 4). "But, as has been seen, the core content of the concept of path dependence as a dynamic property refers to the idea of history as an irreversible branching process." (David, 2000: 8).

Este enfoque podría sintetizar lo que ocurre en una región con el cambio tecnológico y sus efectos en el desarrollo económico. Martin y Sunly, abordan este problema a nivel de regiones, y para tal fin se formulan una serie de interrogantes que facilitan su desarrollo. Inician por preguntarse si existen diferentes grados y niveles de path dependence? Y bajo qué circunstancias aumenta o disminuye esta condición? Es posible separar causas y consecuencias? Históricamente existen path dependence débiles y fuertes? Todos los procesos evolucionarios implican path dependent, pero no viceversa? Como afecta al parth dependent los cambios radicales versus cambios incrementales? La noción de adaptación económica consiste en un proceso path dependent? (Martin y Sunly, 2006: 8).

Del análisis que plantean Martín y Sunly, se deduce que en cada región, existe una dotación de condiciones que configuran un contexto específico, en el cual tiene lugar, las diferentes mutaciones tecnológicas; pero estas mutaciones, aunque sean aleatorias, estarán condicionadas, o por lo menos sus efectos, por un contexto espe-

12 "A crucial implication of the general paradigmatic form of technological knowledge is that innovative activities are strongly selective, finalized in quite precise directions, cumulative in the acquisition of problem-solving capabilities." (Dosi, 1988: 1128).

cífico. En el análisis a escala regional, es necesario ubicar dos aspectos en relación con los procesos de difusión de una tecnología: este proceso depende, entre otras cosas, de si la macroinvención o macromutación tuvo lugar al interior de la región, o si por el contrario, esta se dio en otra región, y qué características geográficas, intelectuales, histórica, culturales y tecnológicas separan a las dos regiones.

El fenómeno de la innovación regional ha venido ocupando importantes espacios en la literatura, partiendo desde los denominados distritos industriales definidos como una forma industrial autoreproductiva (Becattini, 2002). Pero es el enfoque de Sistemas Regionales de Innovación, desde donde se ha pretendido explicar los procesos regionales de progreso tecnológico. Cooke & Leydesdorff (2006: 6) plantean que la proximidad geográfica puede ayudar en la incubación de nuevas tecnologías. Sin embargo, las regiones donde surge una tecnología no coinciden necesariamente con las condiciones de contexto que permitan aprovechar sus beneficios. Schwartz. (2006: 32-33), indica que la difusión del conocimiento tácito, se da a diferentes ritmos e intensidades en cada contexto industrial, pero las externalidades del conocimiento pueden inducir la concentración. Sin embargo, la cobertura geográfica de los efectos secundarios depende en gran medida de sus características específicas, y no es similar en todas las industrias.

Tallman, Jenkins, Henry and Pinch (2004), sugieren que el conocimiento es un elemento complementario a la geografía en la explicación de las diferencias entre regiones. Mientras que según Crevoisier (2004: 369), el concepto de entornos innovadores, ayuda a explicar los cambios económicos actuales a escala regional, ya que permite incluir elementos de la geografía, tecno-economía, y los aspectos de organización. De acuerdo con este enfoque, el territorio se entiende como una organización que une empresas, instituciones y poblaciones locales dentro de un proceso de desarrollo económico (Crevoisier, 2004: 372).

Morgan (2001: 26) abordan el debate surgido entre la geografía económica y estudios de innovación, haciendo hincapié en el potencial de aprendizaje directo, ya que la comunicación cara a cara, es quizá el único medio seguro para el intercambio de formas tácitas de conocimiento (Torres, 2006). Chang, Chen, Lin & Gao (2012), plantean que la innovación es un proceso de aprendizaje, que se define como la transformación del conocimiento que convierte la tecnología en riqueza. La LKS (localised knowledge spillovers) definida como externalidades de conocimiento delimitadas en el espacio, que permiten a las empresas que operan cerca de importantes fuentes de conocimiento para introducir innovaciones al un ritmo más rápido que las empresas rivales ubicados en otros lugares (Breschi, 2001: 1). Un mecanismo fundamental a través del cual el conocimiento se difunde a nivel local es la movilidad de personal técnico y científico, ya sea a través de empresas y entre éstas y las instituciones académicas (Breschi. (2001: 22).

Robert y Yougel (2010) buscan abordar el tema de los desequilibrios económicos regionales como un proceso de causación circular acumulativa. En este sentido plantean que “los Agregados macroeconómicos esconden fuertes heterogeneidades y diferencias microeconómicas entre las organizaciones que son a su vez fuentes de nuevos procesos de retroalimentación no tomados en cuenta. La microdinámica evolutiva va mucho más allá de las características y *performance* innovativa promedio porque los fenómenos evolutivos se alimentan de *feedbacks* positivos y negativos entre las organizaciones...” (p. 428). La heterogeneidad estructural en regiones de bajo desarrollo, se convierte en un límite a los procesos de vinculación entre firmas y de esta manera impide la integración del espacio económico multidimensional. “En esos casos, las posibilidades que tienen las firmas para construir capacidades dependerían casi por completo de sus esfuerzos internos, lo que actuaría como una fuerte restricción a las oportunidades de aprendizaje.” (Robert y Yougel 2010: 442). Este planteamiento, muestra que cada región es un conjunto abstracto de interrelaciones de distinto orden, que bajo dinámicas particulares, van configurando sus propias formas funcionales de relacionar los determinantes del crecimiento económico. Seguramente al comparar un grupo de regiones, debe identificarse una serie de elementos comunes en torno al crecimiento, pero la forma e intensidad como ellos se relacionan entre sí, mostrará importantes diferencias entre ellas.

Las estructuras económicas regionales así como su dinámica, responden a una articulación de macrocomplejidad que se sostiene a partir de un conjunto de fuerzas de distinto orden que condicionan e inducen los grandes cambios en el sistema, pero cuando estas fuerzas son débiles, el marco institucional no favorece la innovación debido a que las fuerzas de la tecnología, la productividad y la innovación no logran jalonar el sistema en su conjunto. Por esta razón, el accionar de las instituciones, si no se resuelven los obstáculos a los procesos de aprendizaje, termina fragmentando el espacio multidimensional, con importantes diferencias en las capacidades de las organizaciones, bloqueando así el desarrollo de las macrocomplementariedades. “La heterogeneidad estructural resultante incluye grupos de organizaciones en las que prevalecen dinámicas virtuosas de generación de capacidades de absorción y conectividad junto a una mayoría de organizaciones desintegradas de las redes productivas (...) dando lugar a *feedbacks* negativos” (Robert y Yougel 2010: 442).

7. CONCLUSIONES

A partir de la tecnología y las condiciones que propician su dinámica (progreso tecnológico), es posible deducir, que esta requiere de manera implícita, el juego de una serie de variables y un conjunto indeterminado de combinaciones entre ellas, para

que el progreso tecnológico se traduzca en desarrollo productivo. En este conjunto de variables existen algunas que son transversales, como el conocimiento científico, la experiencia (conocimiento tácito), el aprendizaje y las instituciones. Bajo estas condiciones y teniendo en cuenta el consenso que ya existe entre los economistas, sobre la significativa relación entre progreso tecnológico y crecimiento económico, las implicaciones que tiene la tecnología sobre las desigualdades económicas entre regiones, se dan en distinto orden y magnitud.

Lo que finalmente se concluye, después de la revisión de literatura presentada, es que el surgimiento de las innovaciones tecnológicas tiene un comportamiento aleatorio en el espacio geográfico. No obstante, algunas regiones económicas pueden presentar condiciones que favorecen estos procesos, igualmente propician los procesos de difusión de las innovaciones de un territorio otro, entre firmas y entre productos. Cuando una región posee condiciones favorables para dichos procesos, posibilita la formación o consolidación de trayectorias tecnológicas, las cuales refuerzan las condiciones iniciales de favorabilidad, permitiendo así, que el progreso tecnológico en estas regiones impulse el crecimiento y desarrollo económico a un ritmo mayor frente a las regiones que no cuentan con estas condiciones de favorabilidad, dando lugar a un proceso de causación circular acumulativa.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDULAI, A. y HUFFMAN, W. (2005). "The Diffusion of new Agricultural Technologies: the Case of Crossbred-Cow Technology in Tanzania". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 87. No. 3. P. 645-658.
- AGAZZI, E. (1998). "From technique to Technology: The rol of modern science". University of Fribourg (Switzerland) PHIL & TECH 4:2 Winter. P. 1-9.
- ATTEWELL, P. (1992). "Technology Diffusion and Organizational Learning the case of Business Computing". *Organization Science*. Institute for Operations research and the Management Science. Vol. 3. No. 1. P. 1-19.
- BASALLA, G. (1991). *La evolución de la tecnología*. Ed. Crítica.
- BATHELT, H. and BOGGS, J. (2003). "2Toward a Reconceptualization of Regional Development Paths: Is Leipzig's Media Cluster a Continuation of or a Rupture with the Past?" *Economic Geography*, Vol. 79, No. 3 Jul. pp. 265-293 Published by: Clark University.
- BECATTINI, G. (2002). "Del distrito industrial marshalliano a la teoría del distrito contemporánea. Una breve reconstrucción crítica". *Investigaciones Regionales*. P. 9-32.
- BOSCHMA, R. y LAMBOOY, J. (1999). "Evolutionary economics and economic geography. *Journal of Evolutionary Economic*". Faculty of spatial science. U. Utrecht.
- BRESCHI, S. y LISSONI, F. (2001). "Knowledge spillovers and local innovation system: a critical survey". *Liuc papers* No. 84. P. 1-29
- CHANG, Y. CHEN, M. LIN, Y. GAO, Y. (2012). "Measuring Regional Innovation and Entrepreneurship Capabilities: The Case of Taiwan Science Parks". *J Knowl Econ*. P. 90-108
- COHEN, W., LEVINTHAL, D. (1990). "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation". *Administrative Science Quaterly*. Vol. 35. No. 1.
- _____ (1989). "Innovation and learning: the two faces of R&D". *The Economic Journal*. Vol. 99. No. 397.
- COOKE, P. and LEYDESORFF, L. (2006). "Regional Development in the Knowledge-Based Economy: The Construction of Advantage". *Journal of Technology Transfer*. P. 1-15.
- CROVOISIER, O. (2004). "The Innovative Milieus Approach: Toward a Territorialized Understanding of the Economy?". *Economic Geography*, Vol. 80, No. 4 (Oct., 2004). P. 367-379.
- DAVID, P. (2000). "Path dependence, its critics and the quest for historical economics. Evolution and path dependence in economic ideas. Past and present". P. 1-25
- DOSI, G. (1997). "Oportunities, incentives and the colective patterns of technological change". *The Economic Journal*. Vol. 107. No. p. 1530-1547.
- _____, _____. (1988). "Socurces, procedures, and microeconomic effects of innovation". *Journal of Economic Literature*. Vol. 26. No. 3. P. 120-1171.
- ELSTER, J. (2000). *El cambio Tecnológico. Investigación sobre la racionalidad y la transformación social*. Gedisa. Barcelona.
- ERBES, A. ROBERT, V. YOGUEL, G. BORELO, J. LEBEDINSKY, V (2006). "Regímenes tecnológicos. De conocimiento y competencia en diferentes formas". *Desarrollo Económico*. Vol. 46. No. 181.
- ETZKOWITZ, H. and KLOFSTEN, M. (2005). "The innovating region: toward a theory of knowledge-based regional development". En Blackwell Publishing. P. 243-255.
- FAGERBERG, J. y VARSPAGEN, B. (2002). "Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation". *Research Policy* 31. P. 1291-1304
- FLEMING, L. KING, Ch. y JUDA, A. (2007). "Small Worlds and Regional Innovation2. *Organization Science*. Institute for Operations Research and the Management Science. Vol. 18. No. 6. P. 938-953.
- GALBRAITH, J. (1970). *El Nuevo Estado Industrial*. Ed. Ariel. Barcelona.
- LEE, Y. HSIEH, Y. y HSU, Ch. (2011). "Addingn innovation Diffusion Theory to the technology Acceptance Model: supporting employees'intentions to use E-learning systems". *Educational Technology & Society*. 2011. No. 14. P. 124-137.

- MACVAUGH, J. y SCHIAONE, F. (2010). "Limits to the diffusion of innovation. A literature review and integrative model". *European Journal of Innovation Management*. Vol. 13. No. 2. P. 197-221.
- MARTIN, R. y SUNLEY, P. (1996). "Slow convergence? Post-neoclassical endogenous growth theory and regional development". ESRC Center for Business research, university of Cambridge. Working Paper No. 44. P. 1-55.
- _____, _____ (2006). "Path dependence and regional economic evolution". *Eurpan Science Foundation exploratory*. P. 1-48
- MOKYR, J. (1993). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Alianza Universidad. Madrid.
- _____, ____ (2001). *Los dones de Atenea. Los orígenes históricos de la economía del conocimiento*. Ed. Marcial pons. Madrid.
- MOKYR, J. (2003). "Long-term Economic growth and the History of Technology". Northwestern University.
- MONCAYO, E. (2004). "El debate sobre la convergencia económica internacional e interregional: enfoques teóricos y evidencia empírica". *Eure*. Universidad católica de Chile. Vol. 30 No. 90. Septiembre. Santiago de Chile. P. 7-26.
- MORGAN, K. (2001). "The Exaggerated Death of Geography: Localised Learning, Innovation and Uneven Development". Paper presented to The Future of Innovation Studies Conference, The Eindhoven Centre for Innovation Studies, Eindhoven University of Technology. P. 1-33.
- MURRAY, Ch. (2009). "Diffusion of innovation theory: a bridge for the research-practice gap I counseling". *The American Counseling Association*. Vol. 87. P. 108-116.
- NELSON, R. y WINTER, S. (1977). "En Busca de una Teoría Útil de la Innovación". *Cuadernos de Economía*. U. Nacional de Colombia. Bogotá.
- PAGE, S. (2006). "Path dependence". *Quarterly Journal of Political Science*. P. 87-115.
- PEREZ, M. y TERRON, M. (2004). "La teoría de la difusión de la innovación y su aplicación al estudio de la adopción de recursos electrónicos por los investigadores en la Universidad de Extremadura". *Esp. Cient*. Vol. 27. No. 3. Facultad de Biblioteconomía y Documentación. U. Extremadura. P. 308-328.
- ROBERT, V. y YOUNG, G. (2010). "La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico". *Desarrollo Económico*, vol. 50, No. 199. Octubre-diciembre.
- ROGERS, E. (1976). "New Product Adoption and Diffusion". *Journal of Consumer Research*. Vol. 2. No. 4. Chicago Journals. P. 290-301.
- ROMAN, R. (2004). "Diffusion of innovation as a Theoretical Framework for Telecenters". *Information Technologies and International Development*. Vol. 1. No. 2. Department of Communication Cornell University. P. 53-66.
- SAHIN, I. (2006). "Detailed review of Rogers' diffusion of innovations theory and educational technology/related studies based on Rogers". *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. Vol. 5. Issue 2. Article 3. P. 14-23.
- SCHUMPETER, J. (1984). *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Ed. Folio. Barcelona.
- _____, ____ (1947). *La respuesta creadora en la historia económica*. En Schumpeter, J. Ensayos. OIKOS. 1968. Barcelona.
- _____, ____ (1976). *Teoría del Desarrollo Económico*. FCE. México.
- SCOTT, A. (2006). "Entrepreneurship, Innovation and Industrial Development: Geography and the Creative Field Revisited". *Small Business Economics*. Center for Globalization and Policy Research, UCLA. Los Angeles. P. 1-24.
- SCHWARTZ, D. (2006). "The Regional Location of Knowledge Based Economy Activities in Israel". *Journal of Technology Transfer*, 31. P. 31-44,
- SILVERBERG, G. DOSI, G. y ORSENIGO, L. (1988). "Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model". *The Economic Journal*. Vol. 98. No. 393.
- SOETE, L. y TURNER, R. (1984). "Technology diffusion and the rate of technical change". *The Economic Journal*. Vol. 94. No. 375. P. 612-623.
- TALLMAN, S. JENKINS, M. HENRY, N. and PINCH, S. (2004). "Knowledge, Clusters, and Competitive Advantage". *The Academy of Management Review*, Vol. 29, No. 2. P. 258-271.
- TORRES, A. (2006). Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas". *Journal of Technology Management & Innovation*. Vol.1. 12-24