

Efecto del gasto en tecnología en el desempleo: evidencia para 50 países utilizando datos de panel, período 2000-2016

Effect of technology spending on unemployment: evidence for 50 countries using panel data, period 2000-2016

Jennifer Agila¹ | Brayan Tillaguango²

¹Carrera de Economía, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

²Carrera de Economía, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

Correspondencia

Jennifer Agila, Carrera de Economía,
Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador
Email: jennifer.agila@unl.edu.ec

Agradecimientos

Club de Investigación de Economía (CIE)

Fecha de recepción

Julio 2020

Fecha de aceptación

Diciembre 2020

Dirección

Bloque 100. Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí. Código Postal: 110150, Loja, Ecuador

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es examinar la incidencia del aumento en gasto de mejoras tecnológicas en el porcentaje de desempleados en diferentes grupos de países. Los datos fueron tomados del Banco Mundial y la UNESCO, período 2000-2016. Se empleó metodologías de econometría de datos de panel. La investigación se basa teóricamente en un escrito de John Maynard Keynes, donde manifiesta la importancia de analizar el efecto de las innovaciones tecnológicas frente al mercado laboral. Efectivamente, los resultados muestran que por cada unidad de aumento en el gasto en tecnología aumenta el desempleo en 1,5. Finalmente, el desafío de todos los países sería enmarcarse en la implementación de proyectos dirigidos a actividades económicas que fortalezcan la formación del capital humano respecto al uso de tecnología e innovación, actividades empresariales y facilidad de poder iniciar proyectos de emprendimiento. Además, se debe ir incluyendo a todos los desempleados en proyectos de obras públicas, en el caso de hombres, basado en la construcción de carreteras, viviendas, parques, entre otras cosas; sin buscar la necesidad de contratar servicios extranjeros.

Palabras clave: Desempleo; Tecnología; Educación; Desarrollo humano.

Códigos JEL: E24. M15. O15.

ABSTRACT

The objective of this research is to examine the incidence of the increase in spending on technological improvements on the percentage of unemployed in different groups of countries. The data were sizes from the World Bank and UNESCO, period 2000-2016. Panel data econometrics methodologies were used. The research is theoretically based on a writing by John Maynard Keynes, where he expresses the importance of analyzing the effect of technological innovations on the labor market. Indeed, the results show that for each unit of increase in spending on technology, unemployment increases by 1.5. Finally, the challenge for all countries would be to be framed in the implementation of projects aimed at economic activities that strengthen the formation of human capital with respect to the use of technology and innovation, business activities and the ease of starting entrepreneurial projects. In addition, all the unemployed should be included in public works projects, in the case of men, based on the construction of roads, houses, parks, among other things; without looking for the need to hire foreign services.

Keywords: Unemployment; Technology; Education Human development.

JEL codes: E24. M15. O15.

1 | INTRODUCCIÓN

La idea de desempleo tecnológico, se ha basado principalmente en las desventajas que adquieren los trabajadores, al remplazar su producción ya sea física o intelectual por el uso de la tecnología, esto es un problema social, que con el pasar de los años se ha ido intensificando debido a la constante inserción de máquinas, que con una de ellas puede reemplazar el trabajo de hasta cinco empleados. Precisamente, según el informe de la consultora Accenture (2010), el 37% del total de empleo privado de Argentina podría ser automatizado casi por completo en los próximos 15 años. Por otra parte, un informe de McKinsey Global Institute (2016) prevé una pérdida neta de 5,1 millones de puestos de trabajo a nivel global entre 2015 y 2020, mientras que la ganancia neta para el mismo periodo se estima en 2 millones.

Asimismo, de acuerdo con datos del Banco de México (2014), con la llegada de la cuarta revolución industrial, siete de cada 10 empleos serán reemplazados por algún robot, máquina o algún algoritmo de inteligencia artificial, ya que el 68,5% de la población ocupada se encuentra en actividades con alta probabilidad de que se automatizan, por tanto, tiene altas probabilidades de ser reemplazada. Siendo la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza el 97,8% de las industrias manufactureras y los servicios financieros y de seguros reemplazarán la mano de obra, con 85,1%, 81,4% y 77,8%, respectivamente. Por otro lado, la automatización y robotización ponen en jaque a 52% de los empleos en México. Son 25,5 millones de puestos de trabajo los que están en riesgo por la llamada cuarta revolución industrial.

Este artículo, está basado es en el escrito de Keynes (1930), el mismo que afirma lo siguiente: "Nos afecta una nueva enfermedad de la que algunos lectores pueden que aún no hayan oído su nombre, pero de la que oírán hablar mucho en el futuro inmediato, denominada - desempleo tecnológico-. Esto significa desempleo debido al descubrimiento según el cual economiza el uso de la mano de obra excediendo el ritmo al cual podemos encontrar nuevos usos alternativos para toda esa mano de obra (Sánchez, 1997). En contraste, Monés & Bajo (1997) señalan que, para Keynes, el desempleo es el resultado de una insuficiencia de la demanda agregada, en el modelo keynesiano los trabajadores toman sus decisiones de oferta de trabajo en función del nivel de salario monetario, no van a considerar los efectos del nivel de precios sobre el salario nominal. Por su parte, Sanchez (1997) afirma: "Efectivamente hay un desempleo [...], de origen tecnológico, motivado por el desplazamiento temporal de los factores productivos" (p.36) de tal manera que las mejoras y la innovación tecnológica reduce la distribución de renta propiciando disminución de la mano de obra y cuyo efecto se refleja en el despido del trabajador propiciando una disminución en doble vía frente al consumo y la demanda.

Por otra parte Ruiz (1989) señala a la innovación como un elemento fundamental en la prosperidad de las naciones avanzadas y, a la tecnología como principal factor de la innovación a lo que corrobora Mandado (1990) afirmando que la tecnología y la innovación van de la mano para hacer que un país sea altamente productivo y de calidad a nivel tecnológico, agregan los mismos autores que la innovación tecnológica juega un papel importante pues es determinante en las ventajas competitivas de una organización. Finalmente, Aghion & Owitt (1994) afirman que mayores progresos tecnológicos deben destruir los viejos puestos de trabajo y abrir nuevos puestos para poder adoptar las nuevas tecnologías. Así, una aceleración del progreso tecnológico genera una mayor obsolescencia, que conduce a mayor desempleo.

En este sentido el objetivo de esta investigación es estimar el efecto del aumento en gasto en tecnología en el porcentaje de desempleo para un grupo de 50 países. Para ello se utilizó modelos econométricos de datos de panel, periodo 2000-2016

pertenecientes al Banco Mundial y de la UNESCO. Además, se comprueba que aumento en mejoras tecnológicas aumenta la tasa de desempleo. La contribución de esta investigación radica en generar evidencia empírica a través de una metodología econométrica, ya que no existen investigaciones elaboradas con datos de panel ni con modelo GLS. Efectivamente los resultados obtenidos muestran que por cada unidad de aumento en la tecnología aumenta el porcentaje de desempleados en 1.5 de manera global, corroborando las teorías de Keynes (1930), Sánchez (1997) entre otros. Por ende, el desafío de todos los países desarrollados o en vías de desarrollo sería enmarcarse en la implementación de proyectos dirigidos a actividades económicas que fortalezcan la formación del capital humano respecto al uso de tecnología e innovación.

La presente investigación se divide en cinco secciones: en la segunda sección se discute la evidencia empírica; en la tercera sección se presenta los datos utilizados y la estrategia econométrica; la cuarta sección contiene la discusión de resultados y finalmente en la última sección se presentan las conclusiones y posibles aportes de políticas económicas.

2 | REVISIÓN DE LITERATURA

Esta investigación está basada teóricamente en un escrito de John Maynard Keynes el cual manifiesta que es importante analizar el efecto de las innovaciones tecnológicas frente al mercado laboral, ya que presenta argumentos poderosos donde los trabajadores desempleados no encuentran ocupación, debido al desplazamiento de los factores productivos. Keynes (1930), afirma que: Nos afecta una nueva enfermedad de la que algunos lectores pueden que aún no hayan oído su nombre, pero de la que oírán hablar mucho en el futuro inmediato, denominada - desempleo tecnológico-. Esto significa desempleo debido al descubrimiento según el cual economiza el uso de la mano de obra excediendo el ritmo al cual podemos encontrar nuevos usos alternativos para toda esa mano de obra. (Sanchez , 1997, pág. 35) Monés y Bajo (2000) indican que, para Keynes, el desempleo es el resultado de una insuficiencia de la demanda agregada, en el modelo keynesiano los trabajadores toman sus decisiones de oferta de trabajo en función del nivel de salario monetario, no van a considerar los efectos del nivel de precios sobre el salario nominal.

La estructura de la evidencia empírica se basa en dos relaciones, en la primera están los trabajos que consideran a los avances tecnológicos como factor principal del desplazamiento de la fuerza laboral, teniendo así a Sánchez (1999) señalando que uno de los efectos de la implementación de maquinaria en los procesos productivos reduce los salarios, a su vez Rodríguez (2003) exterioriza que las nuevas tecnologías aumentan el desempleo a una clase determinada de trabajadores, la rentabilidad producida por la implementación de maquinarias es mayor para el capitalista y para los clientes los precios son más bajos, lo cual conviene significativamente a la sociedad, poder adquirir más cantidad de bienes y a menor precio.

Silgado (2014) explica que los desarrollos tecnológicos comenzaron a reemplazar aquellas tareas en las que intervenían humanos, pero que se veían como repetitivas, rutinarias y manuales. Posteriormente, los desarrollos tecnológicos de los años sesenta, como los robots industriales y el software para controlar maquinaria, reemplazaron trabajos pesados y riesgosos, pero se mantenía una interacción compleja entre la máquina y el ser humano. En los años setenta, el microprocesador y la digitalización lograron que tareas manuales, no rutinarias e, incluso, en algunas que involucraban procesos cognitivos, que antes las realizaban personas, ahora fuesen llevadas a cabo por las nuevas tecnologías. Así mismo y, con un aporte más conciso Rifkin (1996) demuestra en su documento: "El fin del tra-

bajo" la informática más las distintas formas de organización de la empresa exigen un papel concluyente en la disminución del empleo, enfatizando que mientras que las primeras tecnologías reemplazaban la capacidad física del trabajo humano sustituyendo cuerpos y brazos por máquinas, las nuevas tecnologías basadas en los ordenadores prometen la sustitución de la propia mente humana, poniendo máquinas pensantes allí donde existían seres humanos, en cualquiera de los muchos ámbitos existentes en la actividad económica.

Por otro lado, McAfee (2015) expresa que las nuevas tecnologías han estado disminuyendo el empleo, contribuyendo al estancamiento de los ingresos medios y aumento de desigualdad en Estados Unidos por lo que es muy posible que esto también este sucediendo a nivel de países más y menos avanzados en tecnología, ya que básicamente Estados Unidos es uno de los países en donde ocurren sucesos que muy probablemente se repiten en varios países. Continuando con la línea argumental, el desarrollo y el mejoramiento de la tecnología poco a poco van desplazando la fuerza laboral, aumentando el desempleo ocasionando efectos negativos a la reducción de pobreza, desigualdad, marginación, etc. Es decir, que la población que no tiene empleo deja de obtener ingresos, como consecuencia de esto también disminuye su capacidad de consumo, fomentando mayor porcentaje de pobreza y aumentando la brecha de desigualdad.

Como dato, la OCDE (2016) indica que las nuevas tecnologías en el empleo han cambiado de forma radical todo proceso laboral, estableciendo nuevos desafíos tanto a nivel organizacional como profesional y personal. La influencia de las nuevas tecnologías en el empleo determina cambios en las sociedades empresariales, optimizando sus procesos y haciéndolos más eficientes. En este sentido, Hawking & Gates (2018) advierten sobre un futuro en que la inteligencia artificial, se interpondrá, llevando a que la sociedad se sume a una batalla laboral y existencial desesperada contra las máquinas, a lo que Thiel (2018) complementa catalogando no solamente como desempleados a todos aquellos que han sido reemplazados por cualquier tipo de tecnología, sino que los cree no empleables.

En una visión apocalíptica del futuro del capitalismo, Schumpeter aborda las causas por las cuales la función del empresario está llegando a su fin, "...es mucho más fácil ahora, que, en el pasado, realizar cometidos que están fuera de la rutina conocida, a pesar de que la misma innovación se está reduciendo a rutina. El progreso técnico se convierte, cada vez en mayor medida, en un asunto de grupos de especialistas capacitados que producen lo que se les pide y cuyos métodos les permiten prever resultados prácticos de sus investigaciones. El romanticismo de la aventura comercial de los primeros tiempos está decayendo rápidamente, porque ahora pueden calcularse con toda exactitud muchas cosas que antes tenían que ser vislumbradas en un relámpago de intuición genial" (Schumpeter, 1968. p. 182.). Englobando a todas estas premisas Muñozaltea (2014) concluye "Si se sustituye la labor humana, los consumidores no tendrían poder adquisitivo y sin él no se puede activar la economía mediante el consumo" a lo que suma Schumpeter (1967), alrededor de la producción, entendida como "combinar materiales y fuerzas", su conceptualización sobre la innovación, entendiéndola así, como: "producir otras cosas, o las mismas por métodos distintos"

En la segunda relación tenemos los aportes de autores que consideran que el incremento de mejoras tecnológicas no aumenta la tasas de desempleo, que prácticamente la tecnología es un complemento del trabajador, por ello Pérez (2009) revela que el uso de medios informáticos interviene positivamente en los indicadores racionales de liquidez de las empresas, pero esta no tiene impacto en la productividad, a lo que Shin (2007) afirma que la tecnología es uno de los recursos más estratégicos que asiste a las empresas para que se abra a nuevas oportunidades en el mercado, conllevando

menores costos y mayores posibilidades de éxito. Sin embargo, Bhatt & Grover (2005) indican que siendo las nuevas tecnologías fundamentales para una organización no genera ventaja competitiva sino se encuentra apoyada por un plan estratégico que defina el objetivo de esta implementación, a lo cual Whang & Gurbaxani (1991) complementan planteando lo importante de crear un modelo integrador considerando costos internos y el papel correspondiente a las nuevas tecnologías en la organización.

Dentro del mismo marco, Recéndiz (2000) señala que, las nuevas tecnologías incrementan el mejoramiento de la productividad económica, disminuyendo precios, mejorando el bienestar general; pero, el efecto de la implantación de nuevas tecnologías tiene la oportunidad de minimizar sus secuelas en el desempleo a través de un mejoramiento de calidad de capital humano apoyándose en que mientras la mano de obra se abundante y barata la propensión al uso de maquinaria será menos rápido y eficaz. Por otra parte, Sánchez (1999) refuta señalando que uno de los efectos de la implementación de maquinaria en los procesos productivos reduce los salarios. A lo que Malthus (1989) concluye que la aplicación de tecnologías representó la disminución de costos de producción, el aumento de beneficios lo que rebosa en la acentuación del consumo de los capitalistas. Rodríguez (2003) trata a esta relación de manera beneficiosa mencionando que las ventajas que ocasiona la sustitución del trabajo manual por maquinarias dependen de la extensión del mercado y del mayor estímulo del consumo, ya que sin estas disminuirían la riqueza y el valor.

Asimismo, Harari (2018) señala que a lo largo de la historia, los avances tecnológicos han demostrado que la sociedad humana es asombrosamente capaz de adaptarse a los cambios, cuando la fuerza muscular bruta fue reemplazada por bueyes, asnos y caballos, nuestra destreza adquirió mayor importancia en nuestro día a día, a lo que Jobs (2018) contribuye señalando con una relación de complementariedad y amplificación entre el ser humano y la máquina, enfatizando de que al presente la colaboración hombre-máquina es cada vez más exitosa. De igual manera, el manual de Oslo (2004) define las mejoras tecnológicas como "la introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización, o de un nuevo método organizativo" Llegando a concluir, como lo menciona Sanchez (1999), Rodríguez (2003) y Rifkin (1996) en sus aportes que, el aumento de las mejoras tecnológicas ayuda a aumentar la productividad de las empresas, pero esto conlleva al aumento del porcentaje de desempleados.

No se puede dejar pasar por alto la combinación precisa de estas dos variables que hace Recéndiz (2000) señalando que las nuevas tecnologías incrementan el mejoramiento de la productividad económica, disminuyendo precios, mejorando el bienestar general; pero el efecto de la implantación de nuevas tecnologías tiene la oportunidad de minimizar sus secuelas en el desempleo a través de un mejoramiento de calidad de capital humano apoyándose en que mientras la mano de obra se abundante y barata la propensión al uso de maquinaria será menos rápido y eficaz. Otros artículos como, Acemoglu & Shimer (2001) señalan que, en los modelos de búsqueda que endogenizan las opciones tecnológicas, hay un número ineficientemente de trabajos de baja tecnología si la búsqueda es al azar o los costos de búsqueda son positivos, complementado a esto Elsevier (1997) indica que el progreso tecnológico es probable que sea más lento en los mercados laborales donde la tenencia laboral es baja. Por otra parte, a nivel de empresas usando una especificación dinámica similar a la probada por Van Reenen (1997), Piva & Vivarelli (2005) encontraron evidencia a favor de un efecto positivo, aunque de pequeña magnitud, la innovación sobre el empleo en 575 empresas manufactureras italianas observadas durante el período 1992-1997, para justificar esto Harrison (2014) indica que el impacto de la innovación en el empleo sobre las diferentes fases del ciclo económico, fueron amigable en todas las fases, mientras que la innovación de procesos y el cambio organizacional

exhibieron una naturaleza de desplazamiento laborioso durante los periodos de recuperación y desaceleración.

De este modo, al relacionar el desempleo y educación Spens (1974) y Arrow (1973) presentan a la educación como un medio de selección, un filtro, que clasifica estudiantes, las disposiciones básicas de la teoría del filtro pueden formularse de la siguiente manera: la educación aumenta las habilidades, las personas inicialmente tienen habilidades diferentes; la educación es costosa, incluidos los costos morales, los costos de la educación y las habilidades están relacionadas, costos para la selección de empleados y la definición de su productividad real son bastante altos para los empleadores, a lo que complementa la teoría de la competencia laboral (1968) la cual sugiere que la elección del candidato para el trabajo, es que el empleador da preferencia a aquellos en quienes es menos probable que gaste dinero; en este caso, el empleador elige el candidato más experimentado y educado, sin importar qué nivel de habilidad se requiera realmente para el trabajo, y paga el salario, correspondiente a la complejidad del trabajo, pero sin tener en cuenta el nivel real de calificación de empleado contratado.

Por ende, para la presente investigación se tomó como tema de análisis la tecnología y el desempleo presente en los diferentes países. Contrastándolo con el trabajo de Keynes (1930), el cual manifiesta que es importante analizar el efecto de las innovaciones tecnológicas frente al mercado laboral, ya que presenta argumentos poderosos donde los trabajadores desempleados no encuentran ocupación, debido al desplazamiento de los factores productivos. Significando que un aumento de mejoras tecnológicas aumenta la tasa de desempleo. Esta investigación se diferencia de otras debido a la escasa existencia de evidencia empírica de la relación de estas dos variables gasto en tecnología y desempleo, para un grupo de países clasificados por su nivel de ingresos y que utilicen datos de panel.

3 | DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 | Datos

Los datos utilizados para el desarrollo de la presente investigación fueron tomados del Banco Mundial (2017) y de la UNESCO para 50 países en el periodo 2000-2016. Para examinar la incidencia del gasto en tecnología en la tasa de desempleo. La variable dependi-

ente es el desempleo y la variable independiente es el gasto en tecnología. Al modelo se le incorporo cuatro variables de control, las cuales son: el índice de educación, el índice de desarrollo humano (IDH) y el índice de industrialización. Para evitar problemas estructurales entre países, estos fueron clasificados en tres grupos en base al método Atlas (2018); en países de ingresos altos (HIC), países de ingresos medios altos (MHIC) y países de ingresos medios bajos (MLIC), debido a la disponibilidad de datos. En la Tabla 1 mostramos todas las variables del modelo y las de control, con su respectiva notación, unidad de medida y su definición.

Continuando con el análisis de los datos. La Figura 1 muestra la correlación entre el desempleo y el gasto en tecnología a nivel global y por grupo de países. En el panel GLOBAL se aprecia la relación entre las variables en 50 países, como observamos la relación es positiva y muestra claramente el impacto que tiene el gasto en tecnología en el desempleo, ya que contiene a países que constantemente están realizando cambios en la tecnología que ya poseen, como lo plantea McAfee (2015), expresando que las nuevas tecnologías han estado disminuyendo empleo, contribuyendo al estancamiento de los ingresos medios y aumento de desigualdad en Estados Unidos por lo que es muy posible que esto también este sucediendo a nivel de países más y menos avanzados en tecnología.

Asimismo, la Figura 2 nos muestra un mapa con el porcentaje en que ha sido más desplazados los empleos a razón de mejoras tecnológicas, los colores más verdes representan el nivel de intensidad, entre más verde mayor porcentaje de afectación en los últimos 17 años.

La Tabla 2 Muestra los estadísticos descriptivos de cada variable. El panel de datos está equilibrado debido a que se encontraron datos para todas las variables de cada país en el periodo estudiado. Esto se puede observar en la columna de observaciones representado por N, n indica el número de países y T el número de años. La desviación estándar (SD) permite determinar que existe una mayor variabilidad entre los países que dentro de ellos durante el periodo analizado. En la Tabla podemos recalcar, que la existe una gran dispersión en los datos en la variable desempleo, tanto a nivel general como dentro de los países. A nivel global la dispersión es de 10,93%, mientras que dentro de los países la dispersión es de 10,32. Otra variable de estudio que presenta una importante dispersión en sus datos, en el índice de educación; a nivel general esta variable presenta una dispersión de 27,59, dentro de los países la dispersión igualmente es alta, con 26,71, mientras que entre países la dispersión es de 06,97.

Tabla 1. Descripción de las variables utilizadas

Variable	Símbolo	Definición	Medida	Fuente
Gasto en tecnología	TEC_{it}	Conjunto de instrumentos, recursos técnicos o procedimientos empleados en un determinado campo o sector	Porcentaje	UNESCO
Desempleo	DE_{it}	Es la proporción de la población activa que no tiene trabajo pero que busca trabajo y está disponible para realizarlo	Porcentaje	Banco Mundial
Educación	EDU_{it}	Instrumento que nos permite medir y conocer la tendencia y las desviaciones de las acciones educativas, con respecto a una meta o unidad de medida esperada o establecida	Índice	UNESCO
IDH	IDH_{it}	El índice de desarrollo humano, es un indicador del desarrollo humano por país, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Índice	UNESCO
Industrialización	IND_{it}	Proceso en que un Estado pasa de una economía basada en la agricultura a una fundamentalmente en el desarrollo industrial, este representa en términos económicos el sostén del PIB y en términos de ocupación ofrece trabajo a la mayoría de la población	Índice	Banco Mundial
Inversión extranjera directa	IED_{it}	Es la suma del capital accionario, la reinversión de las ganancias otras formas de capital a largo plazo y corto plazo.	Índice	Banco Mundial

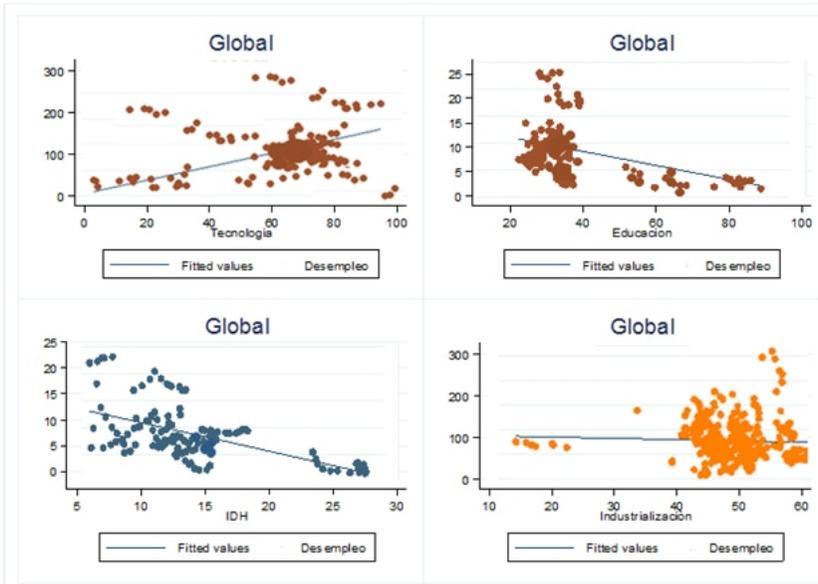


Figura 1. Correlación entre el desempleo y el gasto en tecnología

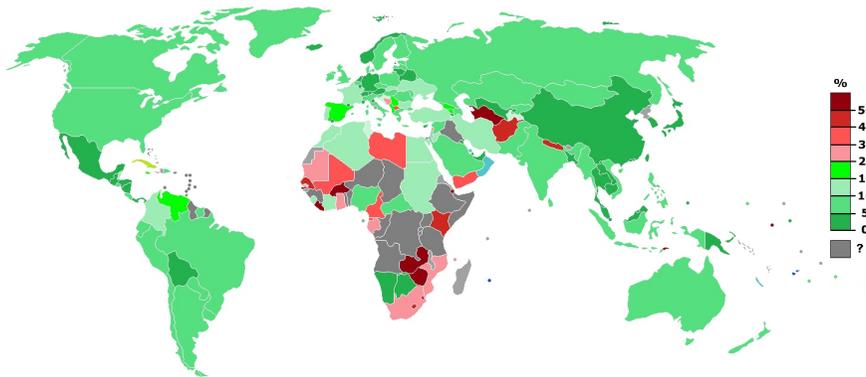


Figura 2. Cincidencia del gasto en tecnología en el desempleo 2019.

3.2 | Metodología

Con base en la investigación empírica señalada en apartados anteriores, esta investigación utiliza estrategias econométricas de datos de panel. Esta metodología permite integrar un mayor número de observación reduciendo así la colinealidad entre las variables. En segundo lugar, la estrategia econométrica planteada permite la aplicación de una serie de pruebas de hipótesis que permiten confirmar o rechazar la heterogeneidad y estimar de una forma dinámica los procesos de ajuste entre las variables. Finalmente, en tercer lugar,

se refiere a los avances en el desarrollo de modelos con variables dependientes discretas y limitadas (Wooldridge, 2002).

En este sentido, el uso de esta metodología permite obtener resultados más consistentes y eficientes con respecto a los modelos de sección transversal. La limitación de datos a lo largo del tiempo para los diferentes países nos permite utilizar este tipo de modelos en nuestra investigación. La variable dependiente es el desempleo (DES_{it}) la variable independiente es el logaritmo del gasto en tecnología. (TEC_{it}) del país $i = 1, \dots, 50$ del periodo $t = 2000, \dots, 2017$. La Ecuación (1) representa la regresión básica del modelo:

Tabla 2. Estadísticos Descriptivos de las variables.

Variable		Media	Dev. Est.	Mínimo	Máximo	Observaciones
Desempleo	General	8,14	10,93	0,49	305,00	N=850
	Entre		3,65	1,20	21,47	n=50
	Dentro		10,32	-11,31	291,60	T=17
Gasto en tecnología	General	27,06	12,02	7,69	97,78	N=850
	Entre		11,15	12,24	63,96	n=50
	Dentro		4,75	-0,76	60,88	T=17
Índice de educación	General	6,18	27,59	1,15	0,72	N=850
	Entre		6,97	2,84	49,17	n=50
	Dentro		26,71	-38,50	679,00	T=17
IDH	General	0,73	0,15	0,28	0,94	N=850
	Entre		0,15	0,35	0,92	n=50
	Dentro		0,3	0,63	0,81	T=17
Industrialización	General	16,29	5,39	3,70	36,96	N=850
	Entre		5,04	4,92	29,10	n=50
	Dentro		2,03	11,06	28,33	T=17
Inversión extranjera directa	General	5,21	6,79	-8,30	25,23	N=850
	Entre		6,51	0,16	0,89	n=50
	Dentro		1,05	-1,90	4,69	T=17

4 | DISCUSIÓN Y RESULTADOS

$$DE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TEC_{i,t} + v_i + \mu_{i,t} \quad (1)$$

Los efectos individuales de la tecnología pueden ser fijo o aleatorio. La estimación de efectos fijos establece que el término de error puede dividirse en una parte fija, contante para cada país (v_i) y otra parte constituye el termino de error ($\mu_{i,t}$). Mientras tanto, los efectos aleatorios cuya estimación indica que los efectos individuales no son interdependientes entre sí, tienen la misma secuencia que los efectos fijos, pero con la diferencia que (v_i) no está fijo para cada país, puesto que es un componente aleatorio con un promedio igual al (v_i). Además, se incorporó variables de control como el índice de educación ($EDU_{i,t}$), la industrialización ($IND_{i,t}$), el IDH ($IDH_{i,t}$) y la inversión extranjera directa ($IED_{i,t}$) que permiten darle una mayor robustez al modelo. Se sabe que existe endogeneidad entre el índice de educación, la industrialización y el índice de educación, por lo tanto, se estimó tres conjuntos de modelo independientemente. Las Ecuaciones (2), (3) y (4) muestran el modelo una vez incorporadas las variables de control.

$$DE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TEC_{i,t} + \alpha_2 IND_{i,t} + \alpha_3 IDH_{i,t} + \alpha_4 IED_{i,t} + v_i + \mu_{i,t} \quad (2)$$

$$DE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TEC_{i,t} + \alpha_2 EDU_{i,t} + \alpha_3 IDH_{i,t} + \alpha_4 IED_{i,t} + v_i + \mu_{i,t} \quad (3)$$

$$DE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 TEC_{i,t} + \alpha_2 EDU_{i,t} + \alpha_3 IND_{i,t} + \alpha_4 IED_{i,t} + v_i + \mu_{i,t} \quad (4)$$

La división de los países por grupos de ingresos de acuerdo al método Atlas de Banco Mundial (2917) permite capturar la diferencial estructural que existe entre los países. La prueba de Hausman (1978) permite elegir entre modelos de efectos fijos o un modelo de efectos aleatorios. Posteriormente, se verifica la existencia de heteroscedasticidad y autocorrelación de acuerdo a la estrategia econométrica propuesta por Wooldridge (2002). La aplicación de regresiones de Mínimos Cuadrados Generalizados Greene (2012) permiten la corrección de los problemas antes mencionados.

En la primera etapa aplicamos el test de Hausman (1978) para determinar si utilizamos efectos fijos y efectos aleatorios. El test arrojó modelos de efectos aleatorios para GLOBAL, HIC, MHC, MLIC y se utilizó efectos aleatorios. Para determinar si existe autocorrelación en los paneles utilizamos la prueba de Wooldridge (1991), con lo cual se determinó que todos los paneles presentan autocorrelación. Aparte, de que todos los paneles presentan heteroscedasticidad. Para corregir los problemas econométricos antes mencionados se utilizó un modelo de mínimos cuadrados generalizados (Greene, 2012).

La Tabla 3 muestra los resultados del modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) entre el gasto en tecnología y el desempleo, tal como se muestra en la Ecuación (1). Los resultados muestran que el gasto en tecnología aumenta la tasa de desempleo, tanto a nivel global como en los países de ingresos altos, ingresos medios altos e ingresos medios bajos con un alto nivel de significancia. En este contexto, un mayor gasto en tecnología tiene un mayor efecto en el aumento del desempleo, puesto que constantemente los países están adquiriendo mejoras tecnológicas, para una mayor producción y a menores costos. Estos resultados encuerdan con la investigación de Recéndiz (2000) quien señala que las nuevas tecnologías incrementan el mejoramiento de la productividad económica, disminuyendo precios, mejorando el bienestar general; pero, el efecto de la implantación de nuevas tecnologías tiene la oportunidad de minimizar sus secuelas en el desempleo a través de un mejoramiento de calidad de capital humano apoyándose en que mientras la mano de obra se abundante y barata la propensión al uso de maquinaria será menos rápido y eficaz.

Como se mencionó anteriormente, para dar una mayor robustez al modelo econométrico se incorporó variables de control, las cuales son el índice de educación, industrialización, IDH y la inversión extranjera directa. En la formalización econométrica se puso a consideración que se estimaran tres modelos diferentes puesto que la educación, la industrialización y el IDH presentan endogeneidad, tal como muestran las Ecuaciones (2), (3) y (4). La Tabla 4 muestra los resultados correspondientes a la Ecuación (2). Como se puede evidenciar el gasto en tecnología mantiene su efecto positivo y significativo tanto a nivel global, como por la división de los países por el nivel de ingresos, al igual que muestra Sánchez (1999), Rodríguez (2003) y Rifking (1996) en sus estudios que el aumento de las mejoras tecnológicas ayuda a aumentar la productividad de las empresas, pero esto conlleva al aumento del porcentaje de desempleados.

Tabla 3. Regresión básica entre la tecnología y corrupción.

	50 países	HIC	MHIC	MLIC
Tecnología	4,41*** (16,14)	0,48*** (2,68)	0,33 (2,30)	2,50 (0,25)
Constante	35,46*** (35,60)	22,61*** (18,69)	19,44*** (7,91)	17,01*** (5,85)
Observaciones	850	455	225	120

estadístico t en paréntesis * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

Tabla 4. Resultados de las regresiones de línea base GLS

	50 países	HIC	MHIC	MLIC
Tecnología	1,50* (0,43)	0,02** (0,88)	0,07** (0,49)	1,12* (1,56)
Constante	-64,56*** (5,48)	-1,63 (-0,05)	-22,87 (-0,96)	50,90 (1,54)
Observaciones	850	355	279	216

estadístico t en paréntesis * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

Tabla 5. GLS con variables de control (sin índice de educación)

	50 países	HIC	MHIC	MLIC
Tecnología	0,93*** (13,07)	0,02** (0,88)	0,07** (0,49)	1,12* (1,56)
Industrialización	-4,12*** (21,63)	-1,06* (14,28)	-2,34** (0,67)	-7,36*** (4,09)
IDH	-4,12*** (21,63)	-1,06*** (14,28)	-1,34 (0,67)	-7,36*** (4,09)
Inversión extranjera directa	-0,07** (0,78)	0,04** (0,69)	-0,11** (1,91)	-0,19** (0,78)
Constante	-27,91*** (-9,21)	-0,87*** (7,33)	0,39**** (4,15)	-15,28 (0,69)
Test Hausman	0,02	0,01	0,10	0,07
Test autocorrelación serial	0,59	0,45	0,26	0,34
Efectos fijos (tiempo)	No	No	No	No
Efectos fijos (país)	No	No	No	No
Observaciones	825	340	272	213

estadístico t en paréntesis * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

La Tabla 5 muestra los resultados correspondientes a la Ecuación (2). Como se puede evidenciar el gasto en tecnología mantiene su efecto positivo y significativo tanto a nivel global como en los HIC, y MLIC, mientras que en los MHIC la significancia es nula. Por otra parte, la industrialización, el IDH y la inversión extranjera directa muestran un efecto negativo y estadísticamente significativo en la disminución de desempleo para los grupos de países como de manera global. La tecnología a pesar de la inclusión de variables de control mantiene su efecto positivo para el aumento del desempleo por tanto es una variable importante al igual que muestra Keynes (1930), el cual manifiesta que es importante analizar el efecto de las innovaciones tecnológicas frente al mercado laboral, ya que presenta argumentos poderosos donde los trabajadores desempleados no encuentran ocupación, debido al desplazamiento de los factores productivos.

La Tabla 6 muestra los resultados correspondientes a la Ecuación (3). Aquí se agrega el índice de educación y se excluyó a la industrialización por cuestiones de endogeneidad entre las variables. Los resultados muestran que el gasto en tecnología sigue manteniendo su efecto positivo; es decir, que un aumento en la tecnología aumenta la tasa de desempleo tanto a nivel global como en los HIC, MHIC, MLIC. De igual forma la educación mantiene un efecto negativo y es estadísticamente significativo tanto a nivel global como en la clasificación de los diferentes países los países de

ingresos medios bajos (PIMB), es decir que un aumento en la educación disminuye la tasa de desempleo, así como lo consideran Spens (1974) y Arrow (1973) quienes presentan a la educación como un medio de selección, un filtro, que clasifica estudiantes, las disposiciones básicas de la teoría del filtro pueden formularse de la siguiente manera: la educación aumenta las habilidades, las personas inicialmente tienen habilidades diferentes; la educación es costosa, incluidos los costos morales, los costos de la educación y las habilidades están relacionadas.

La Tabla 7 muestra los resultados correspondientes a la Ecuación (4). Aquí se agrega la industrialización y se excluyó el IDH por cuestiones de endogeneidad entre las variables. Los resultados muestran que el gasto en tecnología sigue manteniendo su efecto positivo; es decir, que un aumento en la tecnología aumenta la tasa de desempleo tanto a nivel global como en los HIC, MHIC, MLIC. De igual forma el IDH mantiene un efecto negativo y es estadísticamente significativo tanto a nivel global como en la clasificación de los diferentes países, es decir que un aumento en el IDH disminuye la tasa de desempleo, así como lo señala Recéndiz (2000) explicando que las nuevas tecnologías incrementan el mejoramiento de la productividad económica, disminuyendo precios, mejorando el bienestar general; pero, el efecto de la implantación de nuevas tecnologías tiene la oportunidad de minimizar sus secuelas en el desempleo a través de un mejoramiento de calidad de capital humano.

Tabla 6. GLS con variables de control (sin IDH)

	50 países	HIC	MHIC	MLIC
Tecnología	1,03*** (3,07)	1,08*** (16,83)	0,03*** (1,11)	1,18* (0,53)
Educación	-4,12*** (31,63)	-4,07** (5,78)	-3,14* (1,41)	-5,36*** (2,19)
Industrialización	-4,12*** (11,63)	-1,00*** (14,08)	-1,14 (0,37)	-4,36*** (1,09)
Inversión extranjera directa	-0,17** (0,78)	0,09** (0,69)	-0,11** (-1,91)	-0,07** (0,78)
Constante	-14,91*** (-9,21)	-1,47*** (-7,33)	1,09*** (4,15)	-5,28 (-0,69)
Test Hausman	0,04	0,01	0,00	0,07
Test autocorrelación serial	0,59	0,45	0,26	0,34
Efectos fijos (tiempo)	No	No	No	No
Efectos fijos (país)	No	No	No	No
Observaciones	802	340	262	200

estadístico t en paréntesis * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

Tabla 7. GLS con variables de control (sin Industrialización).

	50 países	HIC	MHIC	MLIC
Tecnología	1,23*** (11,07)	0,08*** (10,83)	1,03*** (11,11)	1,78* (0,53)
Educación	-4,10*** (21,63)	-4,00** (4,78)	-3,04* (2,41)	-4,36*** (22,19)
IDH	-4,22*** (11,63)	-1,00*** (14,08)	-1,14** (0,37)	-4,60*** (1,09)
Inversión extranjera directa	-0,70** (0,78)	0,19** (0,44)	-0,41** (-1,01)	-0,57** (0,78)
Constante	-14,91*** (-9,21)	-1,47*** (-7,33)	1,09*** (4,15)	-5,28 (-0,69)
Test Hausman	0,00	0,01	0,00	0,07
Test autocorrelación serial	0,59	0,45	0,26	0,34
Efectos fijos (tiempo)	No	No	No	No
Efectos fijos (país)	No	No	No	No
Observaciones	794	320	270	204

estadístico t en paréntesis * p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001

5 | CONCLUSIONES

En la presente investigación se analizó el efecto de la tecnología en el desempleo, a través de un modelo con datos de panel para 50 países, periodo 2000-2016. Para un mejor estudio se agrupó a los diferentes países por su nivel de ingresos; países de ingresos altos (HIC), países de ingresos medios altos (MHIC) y a los países de ingresos medios bajos (MLIC). Mediante el modelo de regresión básica (GLS), obtuvimos como resultado que la tecnología tiene un impacto positivo a nivel GLOBAL, HIC, MHIC Y MLIC es decir no reduce el desempleo. Cabe recalcar, la tecnología en esta investigación no es un factor de gran relevancia e influencia para reducir los porcentajes de desempleo para ningún grupo de países, pero no porque no genere grandes ingresos si no que aún no toda la comunidad está preparada para ser ubicados en secciones en donde tengan q aplicar más sus conocimientos intelectuales que físicos, concordando con Recéndiz (2000) quien señala que las nuevas tecnologías incrementan el mejoramiento de la productividad económica, disminuyendo precios, mejorando el bienestar general; pero el efecto de la implantación de nuevas tecnologías tiene la oportunidad de minimizar sus secuelas en el desempleo a través de un mejoramiento de calidad de capital humano.

En base a los resultados obtenidos, se puede afirmar las siguientes recomendaciones de política. Los gobiernos de cada país pueden mitigar el porcentaje de ciudadanos que no tienen desarrolladas totalmente sus habilidades por falta de capacitación en-

marcándose en la implementación de proyectos dirigidos a actividades económicas que fortalezcan la formación del capital humano respecto al uso de tecnología e innovación. También pueden impulsar a los ciudadanos al emprendimiento, en donde no solamente sea una fuente de ingresos para sus hogares, sino que también contribuya a mejorar la tasa de empleo y por ende reducir la tasa de desempleo. Otra salida puede ser mitigando el número de microempresas que por falta de incentivos, apoyo crediticio o incentivos desaparecen a través del tiempo, creando programas con incitaciones a diferentes aspectos empresariales de acuerdo a las acciones generadas o al cuidado que tenga la empresa para con el medio ambiente, ò también se podría contrarrestar el desempleo incluyendo a todos los que están buscando empleo en proyectos de obras públicas, en el caso de hombres, basado en la construcción de carreteras, viviendas, parques, entre otras cosas; sin buscar la necesidad de contratar servicios extranjeros.

Referencias bibliográficas

- [1] Abramovitz, M. (1956). Resource and Output Trends in the United States since 1870." *National Bureau of Economic Research*, Vol. Ocasional Paper 52, pp. 5-22
- [2] Acemoglu, D. (1997). Technology, unemployment and efficiency. *European Economic Review*, 41(3-5), 525-533.

- [3] Aghion, P., y Howitt, P. (1994). Growth and unemployment. *The Review of Economic Studies*, 61(3), 477-494.
- [4] Aguilera, A., Ramos Barrera, M. G. (2016). Technological unemployment: An approximation to the Latin American case. *AD-minister*, (29), 58-78.
- [5] Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Balance de resultados del Plan de Desarrollo Distrital 2012-2016, "Bogotá Humana". Bogotá: Alcaldía Mayor.
- [6] Alcaldía Mayor de Bogotá. (7 de 10 de 2015). Portal oficial Bogotá. Recuperado el 31 de octubre de 2015, de Bogotá Humana
- [7] Aubad, R. (s.f). De la percepción a la apropiación social de la ciencia. En Colciencias, La Percepción que tienen los colombianos sobre ciencia y tecnología (pág. 232). Bogotá: Colciencias.
- [8] Autor, D. (2010). The polarization of job opportunities in the US labor market: Implications for employment and earnings. *Center for American Progress and The Hamilton Project*, 6, 11-19.
- [9] Banco de la República de Colombia. (2015). Subgerencia Cultural del Banco de la República.
- [10] Barajas, A., y Huergo, E. (2006). La cooperación tecnológica internacional en el ámbito de la empresa: una aproximación desde la literatura. *Documentos de trabajo, CDTI, Dpto. de Estudios*.
- [11] BBC. (11 de 09 de 2015). Will a robot take your job?
- [12] Bettencourt, L. A., y Ulwick, A. W. (2008). The customer-centered innovation map. *Harvard Business Review*, 86(5), 109.
- [13] Brynjolfsson, E., McAfee, A., y Spence, M. (2014). New world order: labor, capital, and ideas in the power law economy. *Foreign Affairs*, 93(4), 44-53.
- [14] Cámara de Comercio de Bogotá. (2008). Informe y Cálculos Nacionales de Estadística, Alcaldías y Gobernaciones Nacionales. Bogotá: America-Economía Intelligence.
- [15] Congreso de Colombia. (29 de 12 de 2010). ley 1429 del 2010.
- [16] Congreso de la República de Colombia. (1990). Ley 50 de 1990.
- [17] Congreso de la República. (27 de 12 de 2002). LEY 789 DE 2002.
- [18] DANE. (2015). Cuentas Departamentales.
- [19] DANE. (2015). Mercado Laboral por departamento.
- [20] DNP. (2012). Manual metodológico general, para la identificación, preparación, programación y evaluación de proyectos.
- [21] Figueroa, R. (2003). Desempleo y precariedad en la sociedad de mercado. *RIL Editores*.
- [22] Guitierrez, D. C. (2009). EVOLUCIÓN DEL MERCADO LABORAL DE BOGOTÁ 2001-2009; PERSPECTIVA DE ABSORCIÓN Y CALIDAD DEL EMPLEO EN BOGOTÁ. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación.
- [23] Gujarati, D. N. (2003). Basic Econometrics. Forth Edition. *Singapura: McGraw-Hill*.
- [24] Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). Modelo Lineal de Probabilidad. En D. N. Gujarati, y D. C. Porter, *Econometria* (págs. 543 - 542). Mexico: McGraw-hill
- [25] Hardy, J. T. (2012). Fundamentos de teoría económica: conceptos prácticos de micro y macroeconomía. *Cognitio*.
- [26] Jiménez, J. S. (1999). Trabajo y realidades históricas: el contexto de los conflictos sociales. *Documentación social*, (116), 11-34.
- [27] Kaiser, M., Reutter, M., Sousa-Poza, A., y Strohmaier, K. (2018). Smoking and local unemployment: evidence from Germany. *Economics y Human Biology*, 29, 138-147.
- [28] Kamenetz, A. (2015). WHY EDUCATION WITHOUT CREATIVITY ISN'T ENOUGH.
- [29] Lavrinovicha, I., Lavrinenko, O., y Teivans-Treinovskis, J. (2015). Influence of education on unemployment rate and incomes of residents. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3824-3831.
- [30] Li, S., Whalley, J., y Xing, C. (2014). China's higher education expansion and unemployment of college graduates. *China Economic Review*, 30, 567-582.
- [31] Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- [32] Mandado Pérez, E., y Ruiz González, M. (1989). La innovación tecnológica y su gestión.
- [33] Mankiw, N. G. (2009). Principios de Economía (Cuarta ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- [34] De Oslo, M. (2005). Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Luxembourg: OECD.
- [35] Marx, K. (1981). El Capital. Crítica de la economía política. Madrid: Siglo XXI. De España editores, s.a.
- [36] Merlino, L. P. (2012). Discrimination, technology and unemployment. *Labour economics*, 19(4), 557-567.
- [37] Monés, M. A., y Bajo, Ó. (2000). Curso de Macroeconomía. Barcelona: Antoni Bosh.
- [38] Moreno-Galbis, E. (2006). Unemployment and endogenous growth with new technologies-skill complementarity. *Economic Modelling*, 23(2), 364-386.
- [39] Muñozaltea, R. (14 de 03 de 2014). Desempleo tecnológico: la carrera contra la automatización - See more at: <http://www.qorDesempleo-tecnologico-la-carrera-contra-la-automatizacion>.
- [40] Núñez, D. R. (1987). Sobre la racionalidad de la tecnología (Vol. 2). UNAM.
- [41] Organización de Cooperación y Desarrollo Económico y Oficina de Estadísticas de las Comunidades Europeas. (2006). Manual de Oslo. La medida de las actividades científicas y tecnológicas

- [42] Rifkin, J. (1996). El fin del trabajo. Barcelona: Paidós.
- [43] Sánchez, P. (1997). Los efectos del desarrollo tecnológico sobre el empleo (Vol. 9). *Encuentro*.
- [44] Sánchez-Ancochea, D. (2005). Capitalismo, desarrollo y Estado. Una revisión crítica de la teoría del Estado de Schumpeter. *Revista de Economía Institucional*, 7(13), 81-100.
- [45] Schumpeter, J. A. (1967). Theory of economic development. Fourth Edition, Fondo de Cultura Económica, México D.F., p.13. In its prologue to the Spanish edition. Cambridge, Massachusetts, April 12, 1941.
- [46] Snieska, V., Valodkiene, G., Daunoriene, A., Draksaite, A. (2015). Education and unemployment in European Union economic cycles. *Procedia-social and behavioral sciences*, 213, 211-216.
- [47] Van Roy, V., Vértesy, D., y Vivarelli, M. (2018). Technology and employment: Mass unemployment or job creation? Empirical evidence from European patenting firms. *Research Policy*, 47(9), 1762-1776.
- [48] Yang, Y., y Shao, X. (2018). Understanding industrialization and employment quality changes in China: Development of a qualitative measurement. *China Economic Review*, 47, 274-281.