

Revista de la Universidad del Zulia



Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada

Ciencias
Sociales
y Arte

Año 4 N° 10

Septiembre - Diciembre 2013

Tercera Época

Maracaibo - Venezuela

Gasto en investigación y productividad científico-tecnológica en América Latina: aplicación del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

*Eloy Montes Galbán**
Adelmo Romero Méndez

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar las unidades espaciales (países) que cumplen con las relaciones “más favorable” y “menos favorable” para el nivel bivariado entre el gasto en investigación y la productividad científico-tecnológica en América Latina. La metodología implementada constó de dos fases, en la primera se creó una base de datos geográfica digital, seleccionando como variable independiente: el gasto en investigación y desarrollo (I+D) % del PIB, y como dependientes: investigadores dedicados a la I+D (por cada millón de personas); solicitud de patentes; artículos en publicaciones científicas y técnicas, para esto se contó con las estadísticas del Banco Mundial (2010) y de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2010). En la segunda fase se aplicó la técnica de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (*ESDA*, *Exploratory Spatial Data Analysis*) específicamente procedimientos de análisis bivariado (2D) con el apoyo del software GeoDa. De los resultados del *ESDA* se deriva: la relación del gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) con los tres indi-

* Universidad del Zulia. Centro de Estudios Geográficos. eloyead@yahoo.com

cadoreseleccionados es positiva, es decir a mayor inversión en I+D en América Latina mayor número de: investigadores, solicitud de patentes y publicaciones científicas y técnicas. Sin embargo, el gasto I+D aun es bajo si se compara con otras regiones del mundo, asimismo se observa que el crecimiento de la productividad científico-técnica se presenta de forma dispareja a nivel de la región, ya que el número de países que muestran una situación "más favorable" (el 16,6% de la población estudiada) es bajo con respecto a los que aún están en situación "menos favorable" (el 55,5% de la población estudiada).

PALABRAS CLAVE: Gasto en investigación y desarrollo, Productividad científico-tecnológica, América Latina, Análisis exploratorio de datos espaciales.

Expenditure on Research and Scientific-Technological Productivity in Latin America: Applying Exploratory Spatial Data Analysis

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the spatial units (countries) that comply with "more favorable" and "less favorable" ratios for the bivariate level between spending on scientific-technological research and productivity in Latin America. The implemented methodology consisted of two phases: first, a base of digital geographic data was created by selecting spending on research and development (R & D) as a % of GDP as the independent variable, and researchers dedicated to R & D (per million people), patent applications and articles in scientific and technical publications as dependent variables. Statistics from the World Bank (2010) and the Inter and Iberoamerican Network for Indicators of Science and Technology (2010) were used. In the second phase, the Exploratory Spatial Data Analysis technique (ESDA) was applied, specifically bivariate analysis procedures (2D), with support from GeoDa software. From ESDA results, the following were derived: the ratio of spending on research and development (% of GDP) to the three selected indicators is positive, that is, the greater the investment in

R & D in Latin America, the greater the number of researchers, patent applications and scientific and technical publications. However, R & D spending is still low compared with other world regions; likewise, it shows that growth in scientific-technical productivity is uneven on the regional level, since the number of countries that demonstrate a “more favorable” situation (16.6% of the studied population) is low compared to those still in the “less favorable” situation (55.5% of the studied population).

KEYWORDS: Research and development expenditure, scientific-technological productivity, Latin America, exploratory spatial data analysis.

Introducción

Desde la década de los 60 el sociólogo Peter Drucker pronosticó la emergencia de una nueva capa social de trabajadores de conocimiento (Krüger, 2006) todo esto producto del análisis de los cambios de las sociedades industriales y el paso a la llamada sociedad post-industrial. A pesar de este origen no fue sino en la década de los 90 cuando comienza a utilizarse el término “sociedad de la información” que se vincula sobre todo cuando se tratan aspectos tecnológicos y sus efectos sobre el crecimiento económico y el empleo (Ramírez, 2014).

En la actualidad se usa cada vez con mayor frecuencia el término “sociedad del conocimiento” considerado este como un cambio conceptual desde la información al conocimiento, este último como principio estructurador de la sociedad moderna y resaltando su importancia para la sociedad actual, para los cambios en la estructura económica y en los mercados laborales, para la educación y para la formación (Ramírez, 2014).

Es así como la información y el conocimiento se convierten en los factores productivos más importantes (Krüger, 2006) la fuente principal de innovación y el punto de partida de los programas políticos y sociales. Este tipo de sociedad está caracterizada por una estructura económica y social, en la que el conocimiento ha substituido al trabajo, a las materias primas y al capital como fuente más importante de la productividad, crecimiento y desigualdades sociales (Drucker 1994), dando paso a la llamada “economía del conocimiento”.

Ahora bien, siendo esta la dinámica del mundo contemporáneo, se puede concluir que solo tendrán éxito aquellos países que entiendan que la educación, ciencia, tecnología e innovación son el camino para lograr un

desarrollo integral, es por ello, que el incremento en la inversión de estas dimensiones y la adecuada gestión de esos recursos, representarán la diferencia entre la mejora o no, de la productividad científico- tecnológica.

Como apunta Padrón “desde finales del siglo pasado ha tomado cuerpo un cierto análisis de la Ciencia interesado en medir el tamaño de la misma... en cuanto a inversión de los gobiernos en investigación científico-tecnológica, en cuanto a cantidad de instituciones e individuos dedicados a la investigación, cantidad de productos y publicaciones, etc.” (2013a, p.99).

Es por ello, que se puede determinar que países como Finlandia aumentaron gradualmente su presupuesto en investigación y desarrollo para llegar a 3,5 por ciento de su PIB en 2008, convirtiéndose después de Israel y Suecia en el tercer país que más dinero invierte en este rubro en relación con el tamaño de su economía (Oppenheimer, 2010). América Latina y el Caribe es una de las regiones a nivel mundial que menor gasto del PIB tiene en investigación y desarrollo, menor del 1% para 2011-2012, mientras que en otras regiones como los Países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)¹, Zona Euro y Unión Europea su gasto supera el 2% (ver figura 1).

Según algunos críticos de la investigación en América Latina, el déficit de producción de conocimiento científico en la región es de grandes proporciones, porque no sólo se hace poca investigación, sino que la que se hace es de bajo impacto (Salas, 2007) entre otras cosas porque el conocimiento científico que se produce tiene poca relación con la realidad social, económica y cultural de los países latinoamericanos. Al respecto Padrón (2013b) menciona que:

1 La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es un organismo de cooperación internacional, fundado en 1961, agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

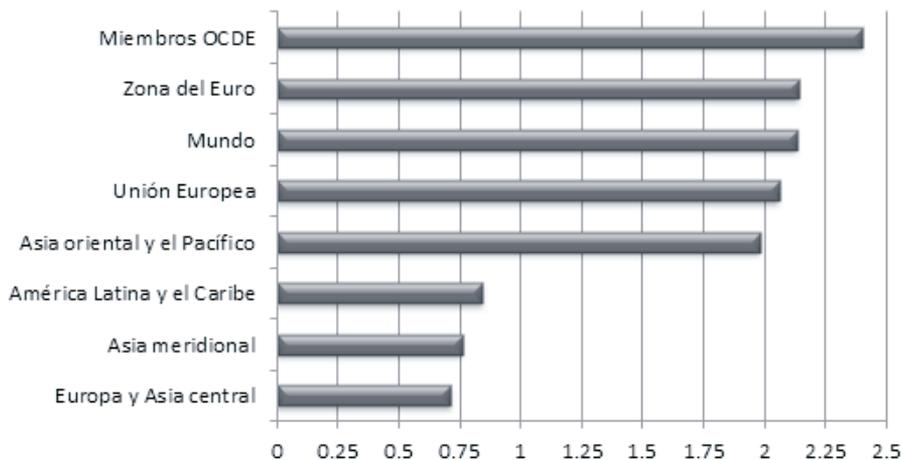


FIGURA 1. Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial (2011-2012)

“...no podemos lograr un desarrollo o progreso práctico efectivo... un desarrollo que nos acorte las distancias de los llamados países industrializados o postindustrializados, sin que orientemos nuestras gestiones políticas, académicas, económicas y culturales de acuerdo a bases epistemológicas. En pocas palabras: el desarrollo de nuestra sociedad, tanto en arte y cultura como en productividad y crecimiento económico, está fuertemente basado en una perspectiva epistemológica.”

Históricamente ha quedado demostrado que el poder y el desarrollo de alto nivel construye sociedades muy exitosas e influyentes, son competitivas y productivas en conocimientos científicos aplicados, a través de tecnologías patentadas de gran valor agregado para la exportación controlada y continuada. Esto explica, parcialmente, los cambios en los países hegemónicos e imperios anteriores y actuales. Los países que decaen en ciencia y tecnología pierden poder y los que han avanzado y desarrollado conocimientos científicos sistematizados, fundamentados teóricamente e intersubjetivos, ascienden en ese juego de poderes y dominios, gracias a esos conocimientos innovados constantemente, convertidos en instrumentos tecnológicos productivos de gran necesidad y alta demanda, especialmente para los países que solo compran tecnologías por no saber producirlas.

Para los efectos de este estudio se tomó en consideración los siguientes países de la región de América Latina: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela (figura 2).

El objetivo del presente trabajo es determinar las unidades espaciales (países) que cumplen con las relaciones más favorable y menos favorable para el nivel bivariado entre el gasto en investigación y la productividad científico-tecnológica en América Latina.

1. Referentes teóricos y metodológicos

1.1. Aspectos conceptuales del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

El análisis exploratorio de datos (EDA, *Exploratory Data Analysis*) es considerado como una herramienta técnico-metodológica que permite realizar las primeras aproximaciones al estudio de la estructura de la información socio-espacial en una determinada área de estudio (Buzai y Baxendale, 2012), existen diversos trabajos donde se desarrollan las posibilidades técnicas actuales (Bosque y Moreno, 1994; Buzai y Baxendale, 2009).

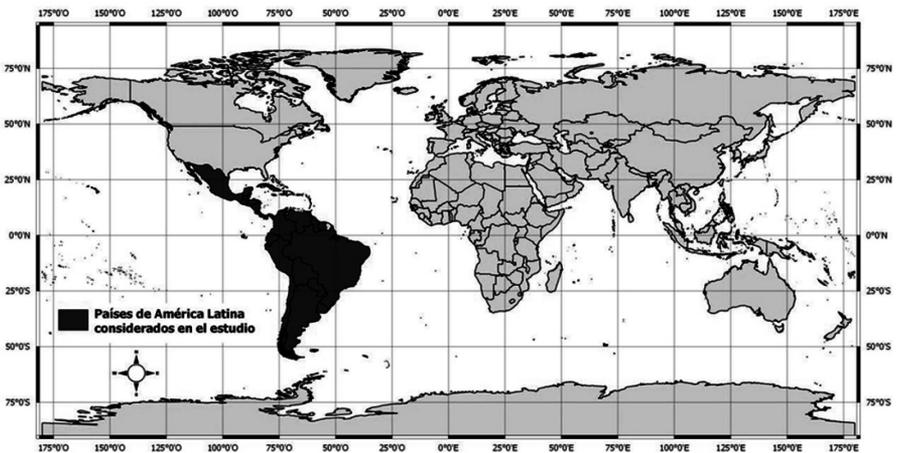


FIGURA 2. Situación relativa de los países de América Latina considerados en el estudio
Fuente: elaboración propia con el software QGIS 2.4. y en base a la cartográfica de Natural Earth versión 3.1.0.

La aplicación del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, *Exploratory Spatial Data Analysis*) le permite al investigador aproximarse al comportamiento de cada variable (univariado) así como la relación que guarda con otras (bivariado o trivariado), sumado a esto descubrir errores en la codificación de los datos, determinar los casos anómalos y la posibilidad de comprobar supuestos (hipótesis).

1.2. Desarrollo metodológico.

Se asumió una metodología orientada por un enfoque empirista-inductivo, que permite aproximar un diagnóstico de la situación actual en América Latina, para luego fundamentar futuras hipótesis de trabajo y propuestas conceptuales desde una perspectiva territorial.

El diseño de la investigación consta de dos fases con sus respectivas actividades, la primera de ellas consiste en crear la base de datos geográfica digital, conformada por datos espaciales y atributos o temáticos². Para esto, previamente, se realizó una selección de variables e indicadores, como variable independiente se tomó: el gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) y como variables dependientes: investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas); solicitud de patentes; artículos en publicaciones científicas y técnicas. Las estadísticas corresponden a 18 países de América Latina para el año 2010, con la excepción del indicador de "Investigadores dedicados a investigación y desarrollo" que solo se contaba con datos para 13 países de la región. Las características esenciales de cada indicador se describen en la tabla 1.

2 En el modelo de Sistemas de Información Geográfica vectorial, la base de datos geográfica consta de una componente espacial, representada por objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos) y una componente temática que se almacena en una base de datos alfanumérica (tablas con atributos o estadísticas), ambas componentes están vinculadas a través de un identificador.

TABLA 1. Variables e indicadores correlacionados en el estudio y su descripción

Tipo de variable	Indicadores	Descripción	Fuente de los datos
Variable Independiente	Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	Los gastos en investigación y desarrollo son gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluso los conocimientos sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones. El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.	Indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial (2010) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2010)
Variables dependientes	Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	Los investigadores dedicados a investigación y desarrollo son profesionales que se dedican al diseño o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos o sistemas, y a la gestión de los proyectos correspondientes. Se incluyen los estudiantes de doctorados (nivel 6 de la CINE 97) dedicados a investigación y desarrollo.	Indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial (2010)

TABLA 1 (Continuación)

Tipo de variable	Indicadores	Descripción	Fuente de los datos
Variables dependientes	Solicitud de patentes	Solicitud de patentes total (incluye residentes y no residentes)	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2010)
	Artículos en publicaciones científicas y técnicas	Los artículos en publicaciones científicas y técnicas se refieren a la serie de artículos científicos y de ingeniería publicados en los siguientes campos: física, biología, química, matemática, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y el espacio.	Indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial (2010)

Nota: en el caso del indicador “gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)” no se contaba con los datos del año 2010 para los siguientes países: Bolivia, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Perú y Paraguay, por lo que se asumió el valor más cercano al año 2010.

En el caso de Venezuela se asumió una estimación no oficial.

Fuente: Elaboración propia.

Las Tecnologías de la Información Geográficas son herramientas que han revolucionado los estudios espaciales del siglo XXI, ya no se puede concebir una disciplina en Geociencias que no aplique tan útiles herramientas (Cerezo *et al.*, 2013) es por ello que dentro de esta gama de posibilidades se encuentran los *software* específicos como el GeoDa³ con excelentes aptitudes para el desarrollo de cartografía temática y avances en el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, *Exploratory Spatial Data Analysis*), posibilitando el análisis con el apoyo de gráficos interactivos (Buzai y col., 2013).

3 Software desarrollado por el GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation, actualmente la versión disponible del programa es la 1.6.6

El análisis bivariado (2D) con el software GeoDa que nos ocupa en el presente trabajo se basa en procedimientos comparativos de variables, dicho procedimiento se apoya en el gráfico de dispersión con dos ejes de coordenadas, a partir del cual la nube de puntos formada por las mediciones individuales muestran una aproximación al tipo, tendencia e intensidad de la relación (Buzai y Baxendale, 2012).

El gráfico de dispersión 2D permite verificar las relaciones que se producen de forma lineal y con ello dos características esenciales: (a) el sentido de la relación, y (b) su intensidad. Aspectos que se hacen evidentes fácilmente a partir de la configuración gráfica. (Buzai y Baxendale, 2009).

Para la interpretación del gráfico (gráfico de dispersión en dos dimensiones) se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los resultados de cada variable quedan representados en un eje ortogonal (90°) y cada unidad espacial como un punto de localización $x - y$ a partir de sus valores de coordenadas en cada eje.
- Los datos de cada variable se transforman a puntajes estándar (Standardized Data) tomando cada uno de los ejes el sector central del gráfico apareciendo cuatro cuadrantes definidos a partir de las medias de ambas variables que toman valores cero (0).
- El cuadrante inferior izquierdo concentra unidades espaciales (en este caso países de ALC) con bajos valores en ambas variables, el cuadrante superior izquierdo con bajos valores en x y altos en y , el cuadrante superior derecho con valores altos en ambas variables, y el cuadrante inferior derecho con valores altos en x y bajos en y (figura 3).



FIGURA 3. Espacio de relaciones bivariadas entre variables estandarizadas
Fuente: Elaboración propia en base a Buzai y Baxendale (2012) (Modificado)

2. Resultados y discusión

Los resultados se estructuraron en dos secciones, la primera consiste en una evaluación general que muestra el grado de asociación positiva o negativa entre el gasto en investigación y la productividad científico-tecnológica en América Latina; en la segunda sección, se detalla aquellos países que se encuentran en situaciones “más favorable” y “menos favorable” en cuanto a las relaciones (correlación) estudiadas.

En la figura 4 se inicia (gráfico de la izquierda) con la relación entre gasto en investigación y desarrollo (eje x) y los investigadores dedicados a investigación y desarrollo (eje y), claramente se observa como la nube de puntos formada tiene una tendencia ascendente desde el espacio - - al espacio + +, en el gráfico de dispersión se puede apreciar que el coeficiente de correlación para ambas variables es de $r = 0,614$. Este resultado indica que: (a) existe una relación entre las dos variables, (b) el sentido de la relación es positiva, es decir cuando aumentan /disminuyen los valores de una variable aumentan /disminuyen los valores de la otra, (c) el grado de la relación según Hernández *et al.* (2003) se considera como “correlación positiva considerable” ya que su valor supera el 0,50.

Si se considera que esta correlación es significativa, el resultado muestra que mayor gasto en investigación y desarrollo se asocia con mayor número de investigadores dedicados a la investigación y el desarrollo en

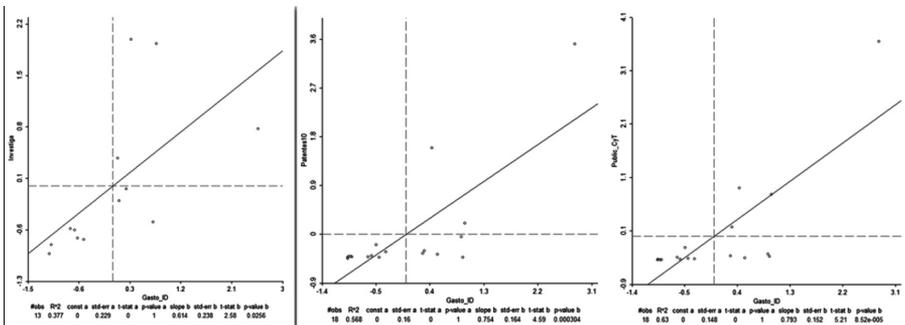


FIGURA 4. Gráfico de dispersión que muestra el grado de correlación entre los indicadores seleccionados, gasto en investigación y la productividad científico-tecnológica (investigadores dedicados a investigación y desarrollo; solicitud de patentes, residentes; artículos en publicaciones científicas y técnicas) en América Latina
Fuente: Elaboración propia con el software GeoDA 1.6.6

los países de América Latina. La necesidad de masificar la investigación a través de la formación de nuevos y mejores investigadores está directamente asociada con la inyección de mayores recursos, permitiendo promover las competencias investigativas en todos los niveles. En la actualidad el conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en la más cara de las mercancías, de modo que las sociedades que no lo produzcan internamente acrecentarán sus niveles de dependencia con respecto a aquéllas que sí lo hagan (Padrón, 2001).

El gráfico central de la figura 4, muestra la relación entre el gasto en investigación y desarrollo (eje x) y solicitud de patentes (eje y), claramente se observa como la nube de puntos formada tiene una tendencia ascendente desde el espacio - - al espacio + +, en el gráfico de dispersión se puede apreciar que el coeficiente de correlación para ambas variables es de $r = 0,754$. Este resultado indica que: (a) existe una relación entre las dos variables, (b) el sentido de la relación es positiva, es decir cuando aumentan/disminuyen los valores de una variable aumentan/disminuyen los valores de la otra, (c) el grado de la relación según Hernández et al. (2003) se considera como "correlación positiva considerable" ya que su valor supera el 0,75.

La variable gasto en investigación y desarrollo presenta una correlación significativa con la solicitud de patentes, con signo positivo, al respecto los datos muestran que un mayor gasto en investigación y desarrollo se relaciona con mayor número de solicitud de patentes. América latina se caracterizó siempre por dedicarse a vender materias primas como petróleo o productos agrícolas, sin embargo el camino para insertarse en la economía del conocimiento del siglo XXI es invertir en educación e investigación y desarrollo y tener así un efecto directo en la creación de productos cada vez más sofisticados, que puedan ser vendidos en los mercados más grandes del mundo (Oppenheimer, 2010).

El gráfico de dispersión de la derecha (figura 4) muestra la relación entre el gasto en investigación y desarrollo (eje x) y la producción de artículos en publicaciones científicas y técnicas (eje y), se observa como la nube de puntos formada tiene una tendencia ascendente desde el espacio - - al espacio + +, en el gráfico se puede apreciar que el coeficiente de correlación para ambas variables es de $r = 0,793$. Este resultado indica que: (a) existe una relación entre las dos variables, (b) el sentido de la relación es positiva, es decir cuando aumentan/disminuyen los valores de una variable aumentan/disminuyen los valores de la otra, (c) el grado de la relación según Hernández et al. (2003) se considera como "correlación positiva considerable" ya que su valor supera el 0,75.

Según el estudio publicado en Research Trends (2012) las publicaciones y citaciones en América Latina están aumentando, sin embargo el número de citaciones, un indicador de calidad, todavía está por debajo del promedio mundial. Por otro lado, el crecimiento se produce de forma dispar a nivel de la región y por disciplinas científicas.

El objetivo de la segunda sección de los resultados, es destacar en el gráfico y mapa los países de América Latina que se encuentran en situaciones “más favorable” y “menos favorable” con respecto a las correlaciones ya mencionadas.

En la figura 5, se representan los resultados de la primera correlación realizada (gasto en investigación y desarrollo con los investigadores dedicados a investigación y desarrollo), se observa claramente que la mejor situación (cuadrante III: espacio + +) corresponde a los países (4 unidades espaciales de 13) localizados al este y sur del sub-continente Suramericano (Brasil, Uruguay y Argentina) sin contigüidad espacial se encuentra Costa Rica en Centroamérica, en estos países los valores de gasto en investigación y desarrollo son altos al igual que el número de investigadores dedicados a investigación y desarrollo. En cuanto a la situación menos favorable (cuadrante I: espacio - -) (ver figura 6), corresponde a países localizados en Suramérica y Centroamérica (Bolivia, Colombia, Ecuador, Paraguay, Guatemala y Panamá) (6 unidades espaciales de 13), en este caso cuando los valores de gasto en investigación y desarrollo son bajos el número de investigadores dedicados a investigación y desarrollo también.

En la figura 7, se representan los resultados de la segunda correlación realizada (gasto en investigación y desarrollo con la solicitud de patentes), se observa claramente que la mejor situación (cuadrante III: espacio + +) corresponde a una minoría de países de la región (3 unidades espaciales de 18) localizándose dos de ellos en el sub-continente Suramericano (Brasil y Argentina) y México al norte, en este grupo de países los valores del gasto en investigación y desarrollo son altos con respecto a la región al igual que la solicitud de patentes residentes y no residentes. En cuanto a la situación menos favorable (ver figura 8) (cuadrante I: espacio - -), corresponde a países localizados en Suramérica y Centroamérica (Bolivia, Colombia Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay y El Salvador) en este caso cuando los valores del gasto en investigación y desarrollo son bajos, también los son la solicitud de patentes residentes y no residentes.

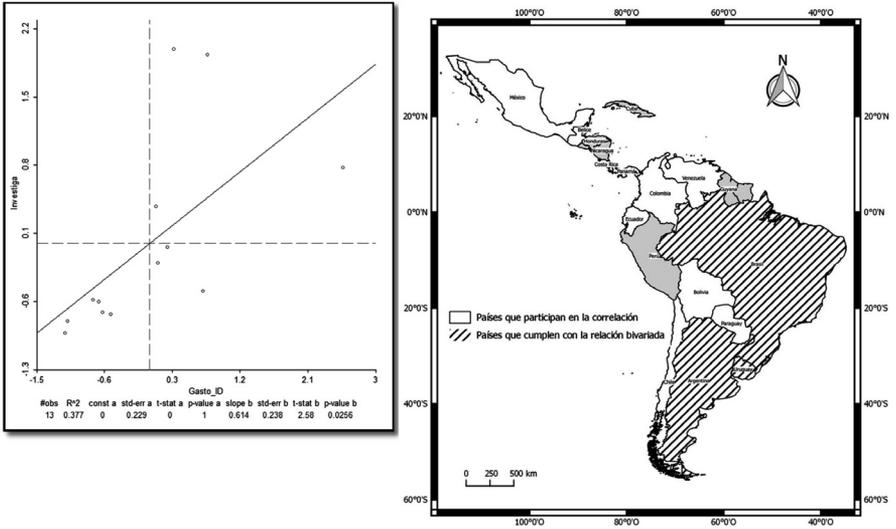


FIGURA 5. Gráfico y mapa que muestra la situación mas favorable de la relación biviariada entre gasto en investigación e investigadores dedicados a investigación y desarrollo
Fuente: Elaboración propia con el software GeoDA versión 1.6.6 y QGIS 2.4

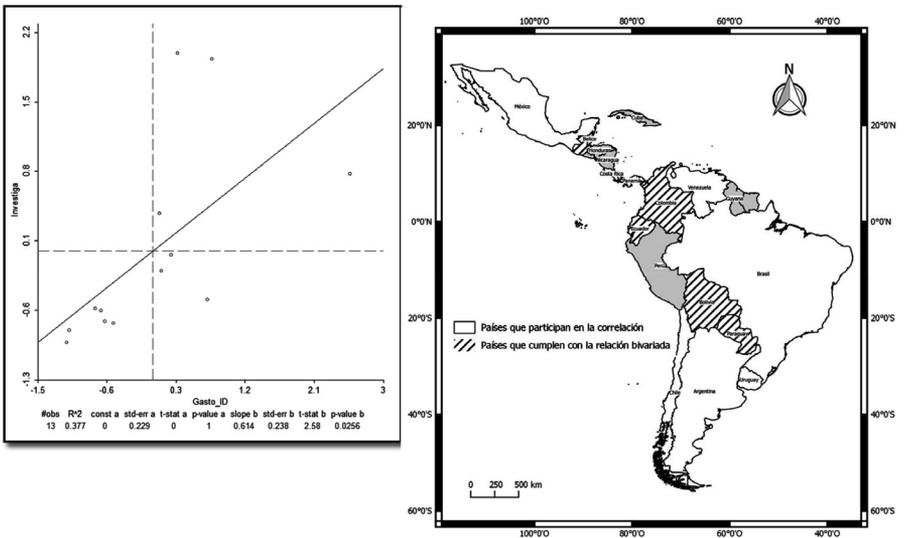


FIGURA 6. Gráfico y mapa que muestra la situación menos favorable de la relación biviariada entre gasto en investigación e investigadores dedicados a investigación y desarrollo
Fuente: elaboración propia con el software GeoDA versión 1.6.6 y QGIS 2.4

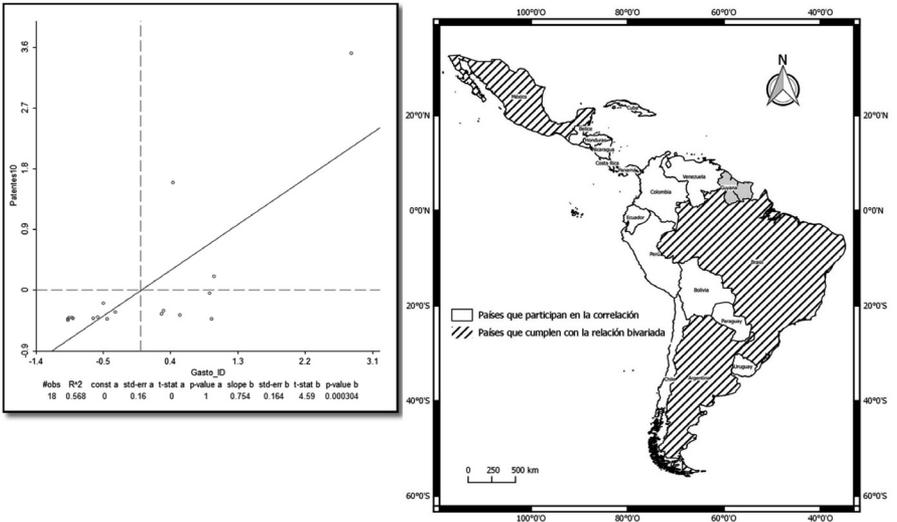


FIGURA 7. Gráfico y mapa que muestra la situación más favorable de la relación bivariada entre gasto en investigación y la solicitud de patentes
 Fuente: elaboración propia con el software GeoDA versión 1.6.6 y QGIS 2.

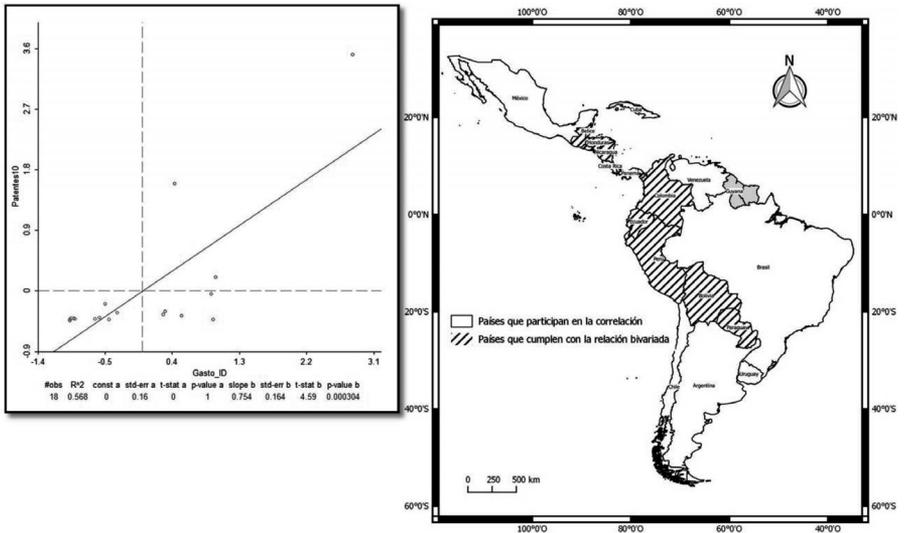


FIGURA 8. Gráfico y mapa que muestra la situación menos favorable de la relación bivariada entre gasto en investigación y la solicitud de patentes
 Fuente: Elaboración propia con el software GeoDA versión 1.6.6 y QGIS 2.4

En la figura 9, se representan los resultados de la tercera correlación realizada (gasto en investigación y desarrollo y la producción de artículos en publicaciones científicas y técnicas), se observa claramente que la mejor situación (cuadrante III: espacio + +) corresponde a una minoría de países de la región (4 unidades espaciales de 18) localizándose tres de ellos en el sub-continente Suramericano (Argentina, Brasil y Chile) y México al norte, en este grupo de países los valores del gasto en investigación y desarrollo son altos con respecto a la región al igual que la producción de artículos en publicaciones científicas y técnicas. En cuanto a la situación menos favorable (ver figura 10) (cuadrante I: espacio - -), corresponde a países localizados en Suramérica y Centroamérica (Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay y El Salvador) en este caso cuando los valores del gasto en investigación y desarrollo son bajos, también lo son la producción de artículos en publicaciones científicas y técnicas.

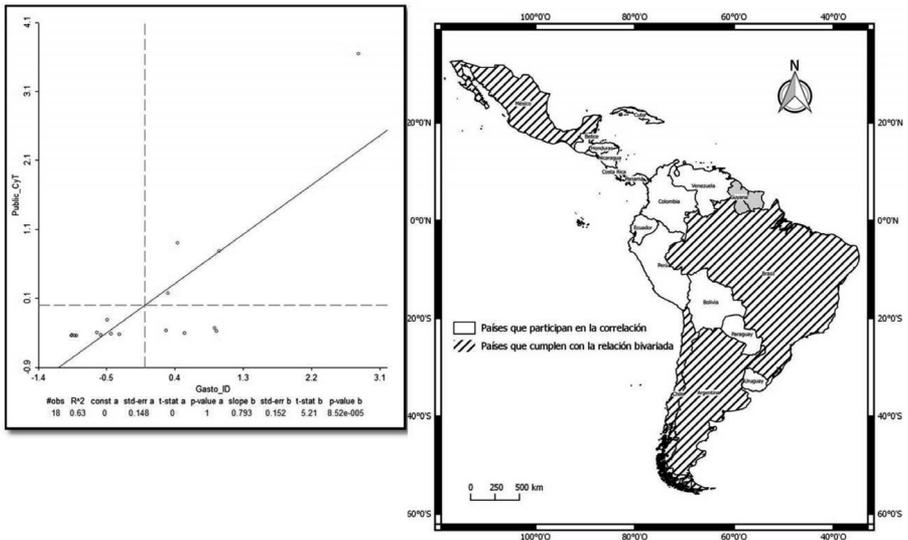


FIGURA 9. Gráfico y mapa que muestra la situación más favorable de la relación bivariada entre gasto en investigación y artículos en publicaciones científicas y técnicas

Fuente: Elaboración propia con el software GeoDA versión 1.6.6 y QGIS 2

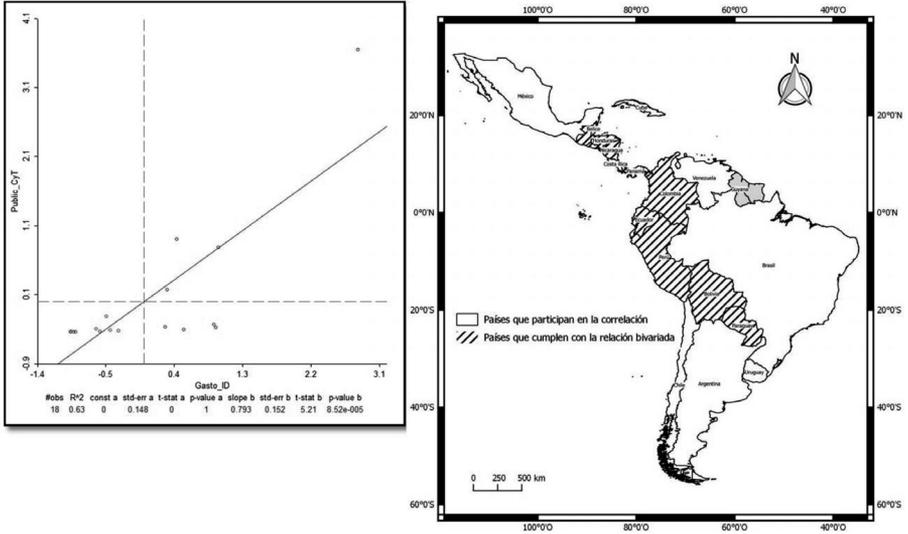


FIGURA 10. Gráfico y mapa que muestra la situación menos favorable de la relación bivariada entre gasto en investigación y artículos en publicaciones científicas y técnicas
Fuente: Elaboración propia con el software GeoDA versión 1.6.6 y QGIS 2

Conclusiones

Entre las principales conclusiones que se pueden derivar del presente trabajo están: en cuanto a la relación entre el gasto en investigación y desarrollo y los tres indicadores seleccionados, su efecto y tendencia es claramente positivo, es decir a mayor inversión en investigación y desarrollo en América Latina mayor número de: investigadores, solicitud de patentes y publicaciones científicas y técnicas.

Los países de la región que tienen una situación más favorable con respecto a los tres indicadores correlacionados con el gasto en investigación y desarrollo son: Argentina, Brasil y México. Por otro lado, destacando Costa Rica y Uruguay en cuanto a su incremento en número de investigadores y Chile en cuanto al número de publicaciones científicas y técnicas.

Asimismo, los países que presentan una situación menos favorable son: Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay y El Salvador.

Este trabajo constituye una aproximación del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales al tema del gasto en investigación y la productividad cien-

tífico-tecnológica en América Latina, sin embargo continúa siendo fundamental el contar con estadísticas actualizadas sobre la temática, aspecto al que muchos de los gobiernos de los países de la región no contribuyen, pues no publican con un nivel de confiabilidad aceptable los datos necesarios para el desarrollo de este tipo de estudios. Sin querer redundar en la importancia que tienen este tipo de trabajos, se debe destacar que el análisis espacial a través del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA) y el posterior análisis geográfico pueden brindar luces que permitan soportar la toma de decisiones al momento de generar políticas en cuanto a la I+D en la región.

Referencias

- Banco Mundial (2010). Indicador: artículos en publicaciones científicas y técnicas. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador>
- Banco Mundial (2010). Indicador: gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador>
- Banco Mundial (2010). Indicador: investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador>
- Banco Mundial (2010). Indicador: solicitud de patentes, residentes. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador>
- Bosque Sendra, Joaquín y Moreno Jiménez, Antonio (1994). *Prácticas de análisis exploratorio y multivariante de datos*. Oikos-tau. Barcelona, España.
- Buzai, Gustavo y Baxendale, Claudia (2009). Análisis exploratorio de datos espaciales. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica* (GESIG-UNLU, Luján). Año 1, N° 1, Sección III:1-11. Disponible en: www.gesig-proeg.com.ar
- Buzai, Gustavo y Baxendale, Claudia (2012). Análisis socioespacial con *Sistemas de Información Geográfica*. Ordenamiento territorial, temáticas de base vectorial (Primera ed., Vol. II). Lugar Editorial, Buenos Aires, Argentina.
- Buzai, Gustavo; Baxendale, Claudia; Principi, Noelia; Cruz, María del Rosario; Cacace, Graciela; Caloni, Nicolás; Humataca, Luis; Mora, Jimena y Paso Viola, Fernando (2013). *Sistemas de Información Geográfica (SIG): teoría y aplicación*. Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina.
- Cerezo, Yakary; Romero, Adelmo y Montes, Eloy (2013). Uso de las tecnologías de la información geográfica para la optimización de la eficiencia y justicia

espacial. *Hélice: Revista Venezolana de Ciencias de la Información*. Vol.5 (Nº 1), enero-junio. Universidad del Zulia.

Drucker, Peter F. (1994) The Age of Social Transformation. en *The Atlantic Monthly*, Vol. 273, Nº 11, Boston. <http://www.theatlantic.com/election/connection/ecbig/soctrans.htm>

GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation Development Team. (2014). *GeoDa Introduction to Spatial Data Analysis: EDA, ESDA & ML Spatial Regression*, versión 1.6.6. Disponible en: <http://geodacenter.asu.edu/software/downloads>

Hernández S., Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar (2003). *Metodología de la investigación*. Tercera Edición McGraw-Hill. México.

Krüger, Karsten (2006). El concepto de la 'sociedad del conocimiento'. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, Vol. XI, nº 683. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-683.htm>

Natural Earth. Cultural vector countries [Capa vectorial]. 1:10 m. "There are 247 countries in the world". Versión 3.1.0. Disponible en: <http://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-cultural-vectors/>. (1 de octubre de 2014).

Oppenheimer, Andrés (2012) *¡Basta de historias!* Editorial Debate, México.

Padrón, José (2013a). *Epistemología evolucionista: Una visión integral*. Ediciones: Entre Temas, Papeles JPG.

Padrón, José (2013b). *Epistemología y desarrollo*. Conferencia 40 aniversarios de la Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo-Venezuela.

Padrón, José (2001). El Problema de Organizar la Investigación. *Diálogos Universitarios de Postgrado* 11: 9-33. Disponible en: http://padron.entretemas.com/Organizar_IU.htm.

Quantum GIS Development Team (2014). *Quantum GIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.osgeo.org>.

Ramírez, Liliana (2014) Los desafíos de la universidad en la sociedad del conocimiento. *Revista Geográfica Digital*. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 11. Nº 21. Resistencia, Chaco. Disponible en: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/default.htm>

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2010). *Indicadores de Patentes, Solicitud de patentes*. Disponible en: <http://db.ricyt.org/query/AR,BO,BR,CA,CL,CO,CR,CU,DO,EC,ES,GT,HN,HT,JM,MX,NI,PA,PE,PT,PY,SV,TT,US,UY,VE,AL,IB/1990%2C2011/CPATSOL>

Research Trends (2012.) The Rise of Latin American Science. Disponible en: http://www.researchtrends.com/issue-31-november-2012/the-rise-of-latin-american-science/?utm_source=ECU001&SIS_ID=&utm_term=Research%20Trends%20Issue%2031&utm_campaign=&utm_content=&utm_medium=email&bid=84VG24F:UC38F3F

Salas, Flora (2007). Educación e investigación y desarrollo en América Latina: los últimos treinta años. *Revista de Educación Universidad de Costa Rica*, vol. 31, núm. 2, pp. 29-43.