

Efecto de la educación superior en indicadores de la innovación a nivel mundial y nacional

Juan Oscar Ollivier Fierro

Universidad Autónoma de Chihuahua

jollivier@uach.mx

Pedro Javier Martínez Ramos

Universidad Autónoma de Chihuahua

Victor Manuel Santini Esparza

Universidad Autónoma de Chihuahua

Resumen

A pesar de que México fue la economía número 13 en el año 2011, en cuanto a su competitividad se encuentra en el lugar 58 en el Índice Global de Competitividad (WEF, 2012), siendo la *innovación* uno de los indicadores con mayor rezago. El objetivo del presente trabajo es el de realizar un análisis estadístico, orientado a identificar la importancia de la educación superior en dos de los principales resultados en las actividades de ciencia, tecnología e innovación a nivel mundial y nacional. El método consistió en una investigación documental a nivel macroeconómico de tipo longitudinal de panel, que parte de las bases de datos a nivel mundial de: el Banco Mundial, la Organización de la Cooperación para el desarrollo Económico y a nivel nacional del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, sobre los temas relacionados a la educación superior y la innovación en los diferentes países y México. Se encontró por medio de modelos de regresión, los principales factores determinantes de los indicadores de la innovación, patentes por residentes y artículos científicos, dentro de los cuales los asociados a la educación superior juegan un papel importante tanto a nivel mundial como nacional, particularmente en la publicación de artículos científicos.

Palabras clave: innovación, educación superior, patentes por residentes, publicación de artículos científicos.

Introducción

En el mundo en general, particularmente en los países industrializados, son indudables los cambios sociales y económicos que ha traído consigo la transición hacia nueva sociedad del conocimiento, siendo uno de ellos el nuevo rol que están jugando las Instituciones de Educación Superior (IES), como elemento central en este nuevo contexto. Por sus trabajos en este campo, los investigadores Lorenz y Lundvall han encontrado evidencias que muestran la relación entre los sistemas educativos y la dinámica de creación del conocimiento e innovación en la Unión Europea (Lorenz, 2011).

En relación al proceso de la innovación, las Instituciones de Educación Superior (IES) requieren para insertarse en los sistemas innovación transitar de su papel tradicional, consistente en un proceso lineal caracterizado por ser básicamente la fuente de educación y realizar investigación para su publicación en artículos científicos, a un proceso no lineal caracterizado por contribuir a la construcción de los sistemas de innovación, considerándola como un aprendizaje interactivo entre los diferentes actores del sistema (Caniëls, 2011).

La relación entre innovación y educación superior se pone de relieve en las políticas públicas de los países líderes, orientadas a la creación de los sistemas nacionales de innovación (SNI), en el ámbito nacional -o los sistemas regionales de innovación (SRI) en el ámbito regional-, siendo la función sustantiva de estos sistemas la creación del espacio de comunicación y generación de vínculos entre los tres agentes, base del modelo de la *triple hélice*, que son: 1) el sector productivo; 2) el sector educativo superior; y 3) el sector gubernamental. Así de esta forma, la universidad ha pasado de ser meramente una institución de enseñanza a combinar ésta con la investigación, lo que permite la alianza con la industria, en un proceso de intercambio de conocimiento (Jacobsson, 2006).

De esta manera, las actuales políticas de innovación tienden a dirigir la investigación básica, que ordinariamente se produce en las universidades, hacia una investigación más orientada a las necesidades de mercado, debido, precisamente, a la creciente demanda del sector privado. En este sentido, en algunos países el contexto de la investigación en las universidades está cambiando favorablemente, ya que éstas se ven obligadas a trabajar en cooperación con las industrias, e incluso pueden formar parte de empresas conjuntas (spin-offs). De igual manera, la literatura presenta trabajos que muestran evidencias empíricas de la importancia de la educación superior en la creación de empresas a través de las redes de innovación (Simoës, 2012).

En la actualidad la política de innovación tiene objetivos más amplios que las actividades científicas y tecnológicas, incluye también cambios en la organización de la empresa y en el área de mercadotecnia, que también pueden generar consecuencias económicas importantes, y que en ocasiones no se toman suficientemente en cuenta en las políticas de fomento a la innovación. (Sancho, 2007).

En las últimas décadas, a medida que la internacionalización (o globalización) de las economías ha crecido, la competencia entre naciones se ha incrementado y llevado a las empresas en una carrera por la competitividad de sus productos (Von Hippel, 2005). En esta carrera, la innovación juega un papel de primera importancia, vista como la habilidad para convertir creativamente el nuevo conocimiento en nuevos o mejores productos y servicios, se pone de manifiesto su importancia central en las economías modernas, mismas que se describen como economías basadas en el conocimiento (Drucker, 1984).

Además de ser un factor clave para el incremento de la capacidad de competir de las empresas, la innovación es cada vez uno de los mayores determinantes en su desempeño exportador (Beise-Zee, 2006), de tal forma que la creación de nuevos productos o procesos para asegurar la operación de las empresas se ve estimulada también por el acortamiento en los ciclos de vida de productos y tecnologías (Ollivier, 2009).

Por otra parte, siendo el capital humano el factor más importante en este proceso de innovación -precedido en la mayor parte de los casos por la investigación y el desarrollo tecnológico-, la estrategia seguida por estas economías ha sido el fortalecimiento de la educación superior, también denominada de tercer ciclo, que corresponde a los niveles 5 y 6 del estándar de la clasificación mundial de la educación (del inglés ISCED), (OECD, 2011).

La educación superior en México

En cuanto a la proporción de la población económicamente activa (PEA), que cuenta con estudios superior en los países de la OCDE en el 2009 el promedio es del orden de 38.6%, mientras que en México fue de 25.1%, por lo que su fuerza laboral está conformada en su generalidad por personas poco calificadas comparada con el resto de países de esta organización (CONACYT, 2010).

La PEA ocupada en ciencia y tecnología con educación superior (licenciatura y posgrado), en el 2009 fue de 3,238,700 personas, de los cuales en ciencias sociales fue de 1,723,600, que correspondió al 53.2%. Por otra parte, su complemento, la PEA no ocupada en ciencia y tecnología con estudios superiores fue de 3,080,700.

En cuanto a la eficiencia terminal, en el ciclo 2006-2011 los ingresos a licenciatura fueron de 517,587 estudiantes y los egresos de 384,552, que equivale a una eficiencia terminal de 67.3%, vale la pena comentar que este indicador se incrementa a medida que sube el nivel de estudios, a nivel de maestría y doctorado.

De estos egresados de licenciatura, en el área de las ciencias sociales y administrativas fueron 173,200, a nivel de maestría 23,700 y a nivel de doctorado 1,483 egresados, los cuales representaron 35% del total de egresados de este último nivel. Cabe destacar que el crecimiento del egresado de nivel doctorado en la última década ha sido de dos dígitos, del orden de 15% anual, la cual es una tendencia a nivel mundial, por ejemplo en China se duplicaron el número de Universidades en la última década (Larson, 2011).

Sin embargo, a pesar de este fuerte crecimiento, el número de doctores por cada 10,000 personas de la PEA de 0.6 en México en 2010, sigue siendo bajo comparado con los países desarrollados y líderes en innovación, como son: Corea del Sur 4.3; EUA 3.8; Canadá 2.6 y Brasil 1.2 -doble de México-. No es sorprendente observar una importante correlación entre este indicador de doctores por cada 10,000 de la PEA, con el nivel de competitividad internacional, ocupando los siguientes lugares los cuatro países anteriores: Corea del Sur el 22; EUA el 4; Canadá el 10; Brasil el 58 y México el 66, en ese mismo año.

Problema de investigación y objetivos

De manera separada sobre innovación y educación superior, existen un gran número de publicaciones, principalmente por las organizaciones internacionales: OCDE, ONU, Banco Mundial, que muestran los esfuerzos y políticas desarrolladas en los países industrializados, donde se generan la mayor parte de los resultados en materia de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i). Sin embargo, son escasos los trabajos que incluyen análisis estadístico para relacionar las variables claves de la innovación con variables de educación superior, que permitan sugerir las principales estrategias seguidas por los países líderes en el campo de la relación entre las actividades de I+D+i y la educación superior.

Dado lo anterior, el objetivo general del presente trabajo es el de realizar un análisis estadístico basado en coeficientes de correlación y modelos de regresión lineal, que permita identificar el peso específico de la educación superior en los resultados en las actividades de ciencia, tecnología e innovación en los diferentes países y en México. De este objetivo general se desprenden los siguientes específicos, que son:

1. Identificar el peso específico que tienen las principales variables de la educación superior sobre el número de solicitud de patentes por los residentes y el número de artículos científicos publicados, ambos por millón de habitantes en los principales países.
2. Identificar el peso específico que tienen las principales variables de la educación superior sobre el número de solicitud de patentes por los residentes y el número de artículos científicos publicados, ambos por millón de habitantes en México.

Justificación

Los resultados de esta investigación deberán proporcionar de manera general, información sobre la importancia que tiene la educación superior en actividades relacionadas a la innovación y particularmente, una guía de cuáles son los elementos objetivos para el diseño de políticas y estrategias de la educación superior en los diferentes países en desarrollo y en México en particular, orientadas al fomento de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i), particularmente en términos de patentes y artículos científicos.

Hipótesis

H1: Existe una correlación significativa entre una o más variables asociadas a la educación superior y la variable asociada a la solicitud de patentes por residentes por millón de habitantes, en los diferentes países.

H2: Existe una correlación significativa entre una o más variables asociadas a la educación superior y la variable asociada a la publicación de artículos científicos por millón de habitantes, en los diferentes países.

Método

Diseño

Se trata de una investigación documental a nivel macroeconómico, con un enfoque cuantitativo de carácter longitudinal de panel, que parte de las bases de datos más recientes del Banco Mundial (2011), la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2012), relativas a la educación superior y las actividades de ciencia, tecnología e innovación en México y los diferentes países. Con el fin de dar una mayor estabilidad a los datos, en las variables donde se tenía suficiente retrospectiva se consideró la media aritmética de la última década correspondiente a los años del 1999 al 2009.

Sujetos

Se observó que de los 122 países que forman parte de estas bases de datos, 21 de ellos no reportan datos sobre el Gasto en Investigación y Desarrollo (GIDE), por lo que se consideraron sólo los 101 restantes que lo reportaron, que fueron los siguientes, ordenados en orden descendiente del GIDE como porcentaje del PIB, donde México ocupa el lugar 60 con un GIDE de 0.39% de su PIB.

Cuadro 1. El gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) como porcentaje del PIB de los 101 países que lo reportan

Israel	4.07	Portugal	0.84	Azerbaiyán	0.30
Suecia	3.71	Sudáfrica	0.83	Uganda	0.30
Finlandia	3.23	India	0.75	Panamá	0.29
Japón	3.13	Bielorusia	0.74	Georgia	0.26
Suiza	2.69	Lituania	0.66	Pakistán	0.25
Estados Un	2.66	R.Eslovaca	0.64	Mongolia	0.23
Islandia	2.61	Irán, Repú	0.63	Kazajstán	0.23
Corea, Rep	2.57	Serbia	0.62	Armenia	0.22
Alemania	2.42	Hong Kong,	0.61	Tailandia	0.22
Dinamarca	2.35	Polonia	0.61	Egipto, Re	0.22
Francia	2.15	Túnez	0.60	Burkina Fa	0.20
Austria	2.13	Chile	0.57	Argelia	0.20
Singapur	2.00	Grecia	0.56	Kirguistán	0.20
Canadá	1.91	Marruecos	0.55	Viet Nam	0.19
Bélgica	1.90	Moldovia	0.53	Madagascar	0.19
Países Bajos	1.82	Mozambique	0.52	Colombia	0.18
Reino Unid	1.78	Turquía	0.52	Etiopía	0.18
Australia	1.69	Bulgaria	0.51	Sri Lanka	0.17
Luxemburgo	1.65	Malasia	0.50	Filipinas	0.13

Noruega	1.61	Cuba	0.49	Trinidad y	0.11
Eslovenia	1.42	Malta	0.47	Perú	0.11
R. Checa	1.26	Letonia	0.47	Paraguay	0.09
Irlanda	1.22	Rumania	0.47	Ecuador	0.09
Nueva Zela	1.13	Argentina	0.44	El Salvado	0.08
F. de Rusia	1.09	Sudán	0.39	Tayikistán	0.08
Italia	1.09	México	0.39	Nicaragua	0.06
Ucrania	1.02	Chipre	0.34	Jamaica	0.06
España	1.02	Jordania	0.34	Indonesia	0.05
Montenegro	1.02	Costa Rica	0.33	Lesotho	0.05
China	1.01	Mauricio	0.33	Arabia Sau	0.05
Brasil	0.97	Uruguay	0.32	Guatemala	0.05
Croacia	0.92	Macedonia	0.31	Honduras	0.04
Estonia	0.85	Bolivia	0.30	Bosnia y H	0.02
Hungría	0.85		0.84	Zambia	0.02

Variables

En cuanto al concepto de innovación, se adopta la definición de la última versión del Manual de Oslo (2005), de la OCDE, el cual considera cuatro tipos de innovaciones en las empresas: 1) en el producto (bien o servicio); 2) en el proceso; 3) en la mercadotecnia y 4) en la organización de la empresa. Definiendo este concepto de la siguiente forma:

“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, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o de las relaciones exteriores”

De la definición anterior se deduce que la innovación no siempre es una invención, pero, siempre implica novedad, y ésta puede ser considerada novedad en el mundo (*máxima innovación*), o sólo en un país, o incluso únicamente en la empresa determinada (*mínima innovación*) (Sancho, 2007).

Como es consabido, dada la complejidad del concepto de innovación en general, no existe un solo indicador o variable que lo mida, por lo que tradicionalmente se emplean algunos relacionados que miden actividades en diferentes fases del proceso de investigación y desarrollo tecnológico que desembocan en la innovación, mismas que se pueden clasificar de una manera simplificada en los asociados a los insumos, donde se encuentra la educación superior y los asociados a los resultados de la innovación.

A continuación se presentan los principales indicadores del proceso de la innovación, que incluye en sus etapas previas, la investigación y el desarrollo tecnológico. Los principales indicadores comúnmente empleados ligados a los insumos de la innovación son:

- el gasto en investigación y desarrollo (GIDE) como un porcentaje del PIB;
- el número de investigadores por cada millón de habitantes;
- el número de técnicos en I+D por cada millón de habitantes;
- el gasto en educación terciaria (superior);
- el porcentaje de la población que se ha inscrito en educación superior;
- el monto de la inversión extranjera directa;
- la disponibilidad del crédito interno para el sector privado;

Los principales indicadores empleados ligados a los resultados de la innovación fueron:

- el número de solicitudes de patentes por residentes del país;
- el número de artículos en revistas científicas arbitradas.

Cabe notar que las “solicitudes de patentes por residentes del país” (SPR), excluyen las solicitudes de patentes por no residentes, dado que estos lo hacen principalmente para proteger una patente generada en el extranjero, en el país donde la registran, por lo que no refleja el nivel de innovación del país. Se observa que México a pesar de ser la economía número 12 en el 2010 medida por su PIB, en el área de innovación, medida por este indicador SPR se encontró en el lugar 29, con 685 solicitudes de patentes por residentes.

Desarrollo de contenidos

Resultados

Clasificación en dos grupos de países

Se seleccionó como variable para la clasificación al *porcentaje de la población de cada país que se inscribe en educación superior*, también denominada de tercer nivel, a continuación se muestran 99 países (dos de ellos no presentan este dato), clasificados en dos grupos con la técnica de “K-means cluster analysis”, en los cuales los valores finales de los centros fueron, para el grupo 1 de 16.32% y para el grupo 2 de 49.18% de la población. Cabe observar que los valores de esta variable corresponden a la media del periodo de 1999 al 2009.

Cuadro 2. Clasificación de los países en dos grupos de acuerdo a la variable *% de la población inscrita en educación superior (99-09)*

<i>País</i>	<i>% de la población inscrita en educación superior (99-09)</i>	<i>Grupo</i>	<i>Distancia al centro</i>
Mozambique	0.7	1	15.625
Burkina Fa	1.51	1	14.816
Etiopía	1.68	1	14.644
Zambia	2.29	1	14.030
Uganda	2.38	1	13.945
Lesotho	2.45	1	13.866
Madagascar	2.78	1	13.543
Sri Lanka	3.98	1	12.345
Pakistán	4.11	1	12.207
Sudán	4.61	1	11.706
Viet Nam	5.38	1	10.937
Trinidad y	7.84	1	8.476
India	9.14	1	7.183

Guatemala	10.36	1	5.957
Luxemburgo	10.7	1	5.619
China	10.82	1	5.497
Marruecos	10.84	1	5.479
Nicaragua	12.37	1	3.949
Mauricio	12.91	1	3.408
Honduras	12.97	1	3.352
Sudáfrica	13.15	1	3.170
Indonesia	14.99	1	1.332
Jamaica	15.56	1	.764
Argelia	16.4	1	.076
Azerbaiyán	17.36	1	1.041
Tayikistán	18.3	1	1.975
Brasil	18.97	1	2.651
Túnez	19.41	1	3.091
Paraguay	19.46	1	3.140
México	19.49	1	3.170
Arabia Sau	21.17	1	4.851
El Salvador	21.24	1	4.920
Irán, Repú	21.46	1	5.141
Malasia	21.73	1	5.410
Malta	22.76	1	6.441
Chipre	23.47	1	7.152
Colombia	23.52	1	7.195
Turquía	23.63	1	7.310
Ex Repúbli	23.7	1	7.378
Egipto, Re	25.54	1	9.220
Ecuador	25.56	1	9.243

Costa Rica	25.65	1	9.333
Filipinas	27.82	1	11.499
Armenia	27.89	1	11.569
Jordania	28.13	1	11.810
Rumania	28.82	1	12.497
Mongolia	29.38	1	13.060
Perú	29.96	1	13.643
R. Checa	30.75	1	14.434
R. Eslovaca	30.93	1	14.605
Kirguistán	33.62	2	15.551
Croacia	33.97	2	15.208
República	34.08	2	15.100
Hong Kong,	34.3	2	14.871
Tailandia	34.75	2	14.427
Bosnia y H	35.26	2	13.913
Bolivia	35.58	2	13.596
Panamá	36.68	2	12.499
Chile	36.96	2	12.211
Suiza	37.42	2	11.756
Hungría	37.49	2	11.682
Georgia	38.98	2	10.200
Kazajstán	39.9	2	9.280
Uruguay	40.12	2	9.055
Bulgaria	40.14	2	9.032
Alemania	40.93	2	8.245
Cuba	41.88	2	7.290
Portugal	43.73	2	5.447
Polonia	45	2	4.172

Irlanda	45.93	2	3.241
Japón	46.28	2	2.898
Austria	46.97	2	2.205
Islandia	47.31	2	1.864
Letonia	48.5	2	.675
Serbia	48.84	2	.339
Lituania	49.02	2	.153
Italia	49.11	2	.064
Israel	49.3	2	.129
Países Baj	50.85	2	1.671
Francia	50.87	2	1.694
Reino Unid	51.2	2	2.030
Eslovenia	51.97	2	2.797
Estonia	53.25	2	4.073
Belarús	54.47	2	5.295
Ucrania	54.57	2	5.395
España	54.7	2	5.520
Grecia	55.05	2	5.877
Bélgica	55.43	2	6.253
Argentina	56.22	2	7.049
Federación	57.61	2	8.434
Dinamarca	57.8	2	8.626
Suecia	58.43	2	9.259
Noruega	63.74	2	14.564
Nueva Zela	64.95	2	15.777
Australia	66.01	2	16.833
Corea, Rep	69.25	2	20.071
Finlandia	76.05	2	26.871

Estados Un	76.63	2	27.456
Canadá	78.48	2	29.300

A continuación el cuadro 3 muestra los valores de las principales variables para los dos grupos: Solicitud de patentes por millón de habitantes, publicación de artículos científicos por millón de habitantes, GIDE como % del PIB y PIB per Cápita. Para cada una de estas variables se presenta la media aritmética por grupo y el valor de “t” en la prueba de comparación de medias en muestras independientes.

Cuadro 3. Valores de los dos grupos, media, “t” de Student y su significancia

<i>Variable</i>	<i>Grupo</i>	<i>Media</i>	<i>Valor de “t”</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
SPatRxMill	1	17.44	-3.265	0.002
	2	217.42		
ArtxMill	1	33.27	-6.564	0.000
	2	328.45		
GIDEpPIB	1	0.3982	-6.013	0.000
	2	1.3169		
PIBperCap	1	4,446.03	-5.183	0.000
	2	16,364.35		

Tal como se puede observar en los cuatro casos de las variables la prueba “t” de diferencia de medias es significativa a nivel $P < 0.01$, lo cual sugiere que la diferencia en los niveles de inscritos a la educación superior es una variable que tiene una estrecha relación (dependencia), con las cuatro variables observadas. Cabe hacer notar que la variable del PIB per Cápita no es una variable ligada a la innovación, sin embargo refleja el nivel de bienestar económico de cada uno de los diferentes países, que puede ser una consecuencia del esfuerzo educativo y de innovación.

Correlaciones entre los principales indicadores a nivel mundial

La estrategia de análisis consistió primeramente en determinar, a través de coeficientes de correlación de Pearson, las relaciones más importantes entre los indicadores de resultados de la innovación, con los indicadores de insumo de la misma, incluyendo las relacionadas con la educación superior (el número de investigadores por cada millón de habitantes; el número de técnicos en I+D por cada millón de habitantes; el gasto en educación superior y el porcentaje de la población que se ha inscrito en educación superior), con el fin de observar cuáles son las variables que tiene un mayor impacto.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación significativos ($p < 0.01$) entre los principales insumos y resultados de la I+D+i

Indicadores de insumo	Indicadores de resultados	
	No de solicitudes de patentes por residentes	No de artículos en revistas arbitradas
Gasto en investigación y desarrollo (GIDE % PIB)	0.393	0.410
Investigadores por millón de habitantes	0.332	0.345
Población que se ha inscrito en educación superior (%)		0.354

Se observa que el GIDE (%PIB), es el indicador del proceso con más alta correlación en los 2 indicadores de resultados (el No de solicitudes de patentes por residentes y los artículos en revistas arbitradas), seguido por los indicadores asociados a la educación superior, como son, el número de investigadores por millón de habitantes y el porcentaje de la población que se ha inscrito en educación superior, lo cual sugiere el papel impulsor de este nivel de educación por estar correlacionadas con los resultados de las actividades de I+D+i.

Modelos de regresión lineal múltiple a nivel mundial

Por otra parte, la intensidad de las actividades de innovación en un país, medida en términos relativos, puede ser considerando alguno de sus indicadores de resultado dividido entre el número de habitantes. Se seleccionó como variable representativa de la innovación, el número de patentes solicitadas por los residentes del país, la cual dividida entre el número de habitantes corresponde a una variable que mide la “intensidad de la innovación”.

Con el fin de identificar la importancia relativa de las variables que más influyen en el número de patentes por millón de habitantes, se calculó un modelo de regresión lineal teniendo ésta última como variable dependiente y las más significativas del resto de las variables independientes o predictoras, con un coeficiente de determinación R^2 fue de 0.346.

Cuadro 5. Coeficientes del modelo de regresión lineal de la variable dependiente número de patentes por residentes por millón de hab.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-98.896	43.289		-2.285	.025
GIDepIB	165.783	38.182	.459	4.342	.000
CreInSePriPIB	1.304	.771	.179	1.692	.094

Dependent Variable: SPatRxMill

Tal como lo muestran los coeficientes estandarizados Beta, la variable más importante en la determinación de la intensidad innovadora es el GIDE como porcentaje del PIB (0.459), seguida del Crédito interno al sector privado como porcentaje del PIB (0.179), se observa que no aparecen en este modelo variables asociadas a la educación superior.

Con el fin de identificar la importancia relativa de las variables que más influyen en el número de artículos científicos por millón de habitantes (intensidad de la innovación), se calculó un modelo de regresión lineal teniendo ésta última como variable dependiente y las más significativas del resto de las variables independientes o predictoras, con un coeficiente de determinación R^2 fue de 0.765.

Cuadro 6. Coeficientes del modelo de regresión lineal de la variable dependiente número de artículos científicos por millón de hab.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-129.981	38.630		-3.365	.001
	GIDePIB	138.142	37.546	.437	3.679	.001
	CreInSePriPIB	.623	.455	.109	1.369	.176
	TecIDxMillon	.111	.041	.278	2.723	.008
	InsNiv3poBrut	2.818	1.101	.199	2.560	.013

a. Dependent Variable: ArtxMill

Tal como lo muestran los coeficientes estandarizados Beta, la variable más importante en la determinación de artículos científicos por millón de hab. es el GIDE como porcentaje del PIB (0.437), seguida del número de técnicos por millón de habitantes, (0.278), seguida del porcentaje de inscritos en educación superior (0.199) y finalmente por el Crédito interno al sector privado como porcentaje del PIB (0.109).

Sobre el estudio a nivel nacional

En cuanto a la relación entre los indicadores de resultados de la innovación y los de insumo o del proceso de la I+D+i, a continuación se muestra el resultado de un modelo de regresión lineal múltiple en el que la variable dependiente fue la solicitud de patentes por residentes en México en el periodo de 1993 a 2009, obteniéndose un coeficiente de determinación R² de 0.701.

Cuadro 7. Modelo de regresión lineal múltiple de la variable dependiente Patentes solicitadas por residentes

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	391.859	32.860		11.925	.000
	ImpAltTec	.003	.002	.545	1.380	.189
	GIDEsecPro	4.436E-6	.000	.306	.775	.451

a. Dependent Variable: PatSolRes

Se observa que, las variables determinantes son en primer lugar las importaciones de bienes de alta tecnología con una Beta estandarizada de 0.545 y en segundo lugar la parte de la GIDE ejecutada por el sector productivo con una Beta estandarizada de 0.306, lo cual sugiere que son las empresas que más importan bienes de alta tecnología e invierten más en I+D+i, las que más patentes registran. Este último resultado es congruente con las cifras antes presentadas sobre la importancia que tiene el financiamiento del GIDE por el sector productivo, en el que se hizo mención del caso de Japón que igualmente es uno de los países que más patentes registra.

En cuanto a la publicación de artículos científicos, se tomó el indicador del factor de impacto de los artículos en las revistas mexicanas, que toma en cuenta las citas que se hacen de estos artículos. Igualmente este indicador ha crecido en los últimos 17 años, pasando de 1.74 en el periodo 90-94 a 3.36 en el periodo 2005-2009.

A continuación se muestra el resultado de un modelo de regresión lineal múltiple en el que la variable dependiente fue el factor de impacto de los artículos de las revistas mexicanas en el periodo de 1993 a 2009, obteniéndose un coeficiente de determinación R^2 ajustado de 0.988.

Cuadro 8. Modelo de regresión lineal múltiple de la variable dependiente Factor de impacto de los artículos mexicanos

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.437	.127		11.339	.000
	ImpAltTec	7.217E-6	.000	.236	2.276	.049
	GIDEesecPro	4.013E-8	.000	.590	6.740	.000
	PobTer3niv	2.912E-5	.000	.076	.771	.461
	PobOcuCyT	7.980E-5	.000	.132	1.284	.231

a. Dependent Variable: FacImpac

Se observa que, las variables determinantes son en primer lugar el GIDE ejecutado por el sector productivo con una Beta estandarizada de 0.59, seguida de las importaciones de bienes de alta tecnología con una Beta estandarizada de 0.236, seguida de la población ocupada en actividades de ciencia y tecnología, con una Beta estandarizada de 0.132 la cual incluye a investigadores y técnico y finalmente del porcentaje de la población que ha

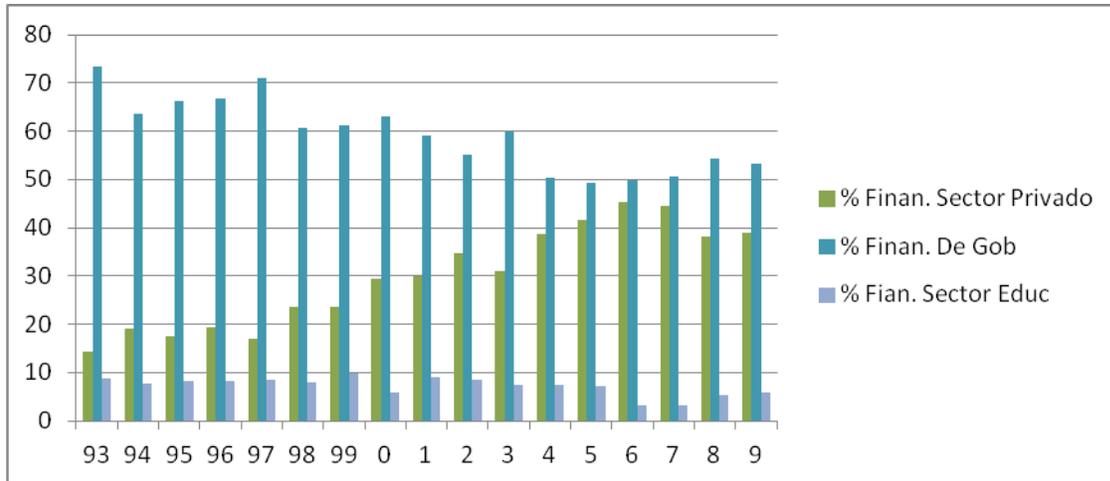
cursado el nivel terciario de educación que corresponde a la educación superior -niveles 5 y 6 del ISCED-, como se observa, estos dos últimos indicadores que se pueden englobar en el nivel de la educación superior, señalan la importancia de esta última en la producción de artículos científicos que tienen impacto (Larson, 2011).

Se estima que una de las principales causas de este rezago en innovación es la pobre inversión que México hace en el GIDE, medido como un porcentaje de su PIB, con un promedio en la última década de 0.39%, lo cual lo ubica el lugar 60 de los 101 países que lo reportan al BM. Cabe señalar que en los últimos años se ha incrementado ligeramente, siendo de 0.42% en 2010, equivalente a 54,436 millones de pesos.

Es importante mencionar que el GIDE es una medida global de todo el gasto que se hace en este campo, que se puede dividir en los tres sectores de acuerdo a sus fuentes de *financiamiento* en: gubernamental; productivo y educación superior. De esta misma manera se puede dividir la *ejecución* de los proyectos financiados por el GIDE, en estos tres sectores.

Por otra parte, en la lógica de que son las empresas las mayormente interesadas en innovar para incrementar su competitividad, los países más innovadores son en los que la proporción del GIDE financiado por el sector productivo es mayor, como por ejemplo Japón en 2009 esta proporción fue 75.3% y del gubernamental 17.7%, mientras que en México en ese mismo año el sector productivo contribuyó con 39.1%, mientras que el gubernamental con 53.2%.

Sin embargo, cabe notar que en los últimos 17 años, la parte del GIDE financiada por el sector productivo o empresarial se ha incrementado notablemente, pasando de 14.3% en 1993 a 39.1% en 2009, tal como se muestra en la gráfica 1.



Gráfica 1. Evolución de las principales fuentes de financiamiento del GIDE en México de 1993 a 2009

Conclusión

En términos generales, se encontraron elementos estadísticos para poder afirmar que los países líderes en innovación, son también los que más invierten recursos, medidos a través del gasto en investigación y desarrollo (GIDE) y educación superior.

Haciendo un resumen de las relaciones significativas encontradas a nivel mundial entre las variables de educación superior y las de I+D+i, en la prueba de correlaciones, se observó que existe correlaciones significativas entre los indicadores de resultados de la I+D+i y los indicadores asociados a la educación superior, como son, el número de investigadores por millón de habitantes y el porcentaje de la población que se ha inscrito en educación superior.

Cabe observar, que en el modelo de regresión que consideró como variable dependiente la variable de resultado de I+D+i, “número de SPR por millón de habitantes”, no se encontraron como variables determinantes las de educación superior, lo cual sugiere la falta de involucramiento de las instituciones de educación superior (IES) en el

registro de patentes. Este resultado conduce a rechazar la hipótesis H1, que establecía: *Existe una correlación significativa entre una o más variables asociadas a la educación superior y la variable asociada a la solicitud de patentes por residentes por millón de habitantes, en los diferentes países.*

Sin embargo, en el modelo de regresión lineal, que consideró como variable dependiente la variable de resultado de I+D+i, “el número de artículos científicos por millón de habitantes”, con un coeficiente de determinación R^2 de 0.765, mostró que las variables asociadas a la educación superior, que fueron el número de técnicos por millón de habitantes y el porcentaje de inscritos en educación superior, son variables determinantes en esta variable dependiente, lo cual indica la estrecha relación que existe entre las IES y la publicación de artículos científicos. Este resultado aporta evidencias que permiten aprobar la hipótesis H2, que anticipaba, *Existe una correlación significativa entre una o más variables asociadas a la educación superior y la variable asociada a la publicación de artículos científicos por millón de habitantes, en los diferentes países.*

En cuanto a los resultados a nivel nacional, igualmente no se encontró una relación significativa entre la educación superior y la solicitud de patentes, sin embargo si se encontró una relación significativa entre la publicación de artículos científicos y el porcentaje de la población inscrita en nivel superior, pero con menor peso que en el caso del nivel mundial.

Estos resultados coinciden con los encontrados por el investigador Eric Larson (2011), en el papel determinante que juegan los egresados de programas doctorales en la innovación en los EUA, pero que debe ser acompañado del medio propicio, como es, la infraestructura técnica de las empresas, de la existencia de fundaciones y asociaciones industriales, que permita el desarrollo de esta capacidad mental (del inglés *brainpower*) de una manera productiva.

Conclusiones generales

El presente estudio aporta elementos que permiten esbozar la trayectoria que han seguido los países líderes, para desarrollar sus capacidades de innovación y su relación con la educación superior, la cual puede servir para establecer criterios y sentar las bases en los países en vías de desarrollo en este campo.

Por otra parte, se ponen en evidencia algunos rezagos en México, como es el caso de las patentes y la población con educación superior, que deben ser vistos como áreas de oportunidad en las que hay que trabajar, así como reforzar los aspectos positivos, como es el caso de la IED. En suma, el autor espera, que los conocimientos aportados por la presente investigación, puedan ser útiles al país principalmente a sus empresas, gobiernos e instituciones de educación superior en el tema de innovación.

Recomendaciones

Las medidas propuestas que resultaron del análisis estadístico para incrementar los resultados de las actividades de innovación (patentes de residentes y artículos arbitrados), e incrementar el PIB per Cápita, son básicamente tres medidas, dos estrechamente ligadas con la de la educación superior:

- Incrementar el gasto en investigación y desarrollo como una proporción del PIB (GIDE)
- Aumentar el número de técnicos e investigadores en I+D+i
- Subir el porcentaje de la población en educación superior

Bibliografía

Banco Mundial, (2011), Bases de datos sobre ciencia, tecnología, innovación y economía.

WWW.worldbank.org

Beise-Zee, R y C Rammer (2006). Local User-Producer Interaction in Innovation and Export Performance of Firms. *Small Business Economics* No 27, pp 207-222.

Caniëls, M, H. Van den Bosch (2011). The role of Higher Education Institutions in building regional innovation systems. *Papers in Regional Science*, V. 90, No 2, pp 273-284.

CONACYT, (2012), Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología. México, Ed. CONACYT.

Drucker, P, (1984), Innovation and Entrepreneurship. Practice and Principles, New York.

Galbraith, J. K. (1956). *The affluent Society*. Boston, Houghton Mifflin.

Jacobsson, S, A Bergek, (2006), A framework for guiding policy makers intervening in emerging innovation systems in “catching up” Countries, *European Journal of Development Research*, V8 I4 21p

Larson, E, (2011). International PhDs Will Drive Innovation Into the Future. *Research Technology Management*. Arlington: Mayo/Junio 2011, Vol. 54, Iss. 3; pg. 5,2.

Lorenz, E. (2011). Do labour markets and educational and training systems matter for innovation outcomes? A multi-level analysis for the EU-27. *Science and Public Policy*, 38(9) pp. 691-702

OCDE, (2005). *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Oslo Manual*, Paris: OECD

_____ (2009), Estudios de la OCDE de innovación regional. 15 estados mexicanos. París, Ed. OCDE.

_____ (2011), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011, Innovation and Growth in Knowledge Economies*, Paris, Ed. OCDE.

Ollivier, J y P Thompson, (2009). Diferencias en el proceso de innovación en empresas pequeñas y medianas de la industria manufacturera de la ciudad de Chihuahua. *Contaduría y Administración*, UNAM, Vol. 227, pp. 9-28.

Pavitt, K, M Robson y J Townsend (1987). The size of the innovating firms in the UK: 1945-1983, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 55, pp. 297-316.

Sancho, R, (2007), Innovación Industrial, *Revista Española de Documentación Científica*, CINDOC-CSIC, Oct-Dic 2007, pp. 553-564

Schumpeter, J, (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA, Cambridge University Press.

Simoes, J., M. Silva, V. Trigo, J. Moreira, (2012). The dynamics of firm creation fuelled by higher education institutions within innovation networks. *Science & Public Policy*, 39 (5) pp. 630-640.

Smallbone, D, D North, S Roper, I Vickers (2003). Innovation and the use of technology in manufacturing plants and SMEs: an interregional comparison. *Environment & Planning C: Government & Policy*, Vol. 21, Iss. 1, pp. 37-53

United Nations Economic Comisión for Europe (2009). *Creating a conducive environment for higher competitiveness and effective national innovation systems*. United Nations, New York and Geneva.

Von Hippel, E, (2005), *Democratizing Innovation*, Cambridge M., London, MIT Press.

World Economic Forum. (2011). *The Global Competitiveness Index 2009–2010: Contributing to Long-Term Prosperity amid the Global Economic Crisis*. Davos, Suiza, Ed. WEF.