

Clusters estatales de innovación tecnológica: Estudio empírico de la capacidad de innovación tecnológica en México.

CARLA CAROLINA PÉREZ HERNÁNDEZ¹

*DENISE GÓMEZ HERNÁNDEZ**

*GRACIELA LARA GÓMEZ***

RESUMEN

El presente trabajo lleva a cabo un análisis sobre la existencia de clusters estatales de innovación tecnológica en México, para ello, se desarrolló un estudio empírico sobre la base de indicadores de capacidades tecnológicas propuestos por Cepal (2007) y recopilados de diversas fuentes públicas del país para el año 2012. Los resultados muestran la existencia de 7 grupos de estados caracterizados por una distinta capacidad de innovación tecnológica, tanto en lo referente a la capacidad de innovación y acervo de recursos humanos, como en lo relativo a las capacidades tecnológicas de infraestructura.

Palabras clave: Innovación tecnológica, análisis cluster y capacidades tecnológicas.

ABSTRACT

This paper conducts an analysis related with the clusters of technological innovation in Mexico, for this, an empirical study was conducted on the basis of indicators of technological capabilities proposed by Cepal (2007), compiled from various public sources in 2012. The results show the existence of 7 groups of states characterized by a distinct capacity for technological innovation, in terms of innovation capacity and human resources, and also with the infrastructure of technological capabilities.

Keywords: Technological innovation, cluster analysis and technological capabilities.

¹ **Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La ciencia, tecnología e innovación son los principales *drivers* del desarrollo económico sustentable. (Stern, Porter & Furman, 2000; Schumpeter, 2005; Brunner, 2011; Dosi, 2008; Diaconu, 2011). Esto justifica la realización de estudios tanto nacionales como internacionales enfocados a medir las capacidades tecnológicas a nivel macro. Los estudios a nivel estatal no son tan numerosos. En México, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), se da a la tarea de presentar el estado de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), a nivel estatal-nacional. Sin embargo tal como lo señala FCCyT, (2014, p. 16), los estudios desarrollados en materia de medición de la CTI a nivel estatal, “*son incipientes y se requiere de análisis más amplios, complementarios o particulares*”.

Se entiende que la innovación tecnológica es una variable fundamental para explicar aspectos como la competitividad, la tasa de crecimiento, la productividad, la creación de empleo y el bienestar (Juma, 2001). Además, el concepto del sistema nacional de innovación es proclive a analizar las capacidades tecnológicas de diferentes entidades, ya que esto, ayuda a entender de mejor manera las transformaciones socioeconómicas de los mismos (Dutrénit, Capdeville, Corona, Puchet, & Veracruz, 2010).

Se denota que la competitividad (internacional, nacional, estatal, industrial y empresarial) se construye. Es pues una ventaja adquirida y depende, esencialmente, de la amplitud y profundidad de las capacidades tecnológicas nacionales (Borrastero, 2012; Guzmán, 2008; Morales, 2009; Calderón y Hartmann, 2010; Close y Garita, 2011). En ese sentido, “*las capacidades tecnológicas que impulsan la innovación, han sido siempre un componente fundamental de la competitividad, el crecimiento y bienestar económico de los países*”. (Velarde, Garza, & Coronado, 2011 p.17).

Por tanto, se considera pertinente la investigación en este ámbito no sólo a nivel nacional, sino también a nivel estatal, ya que como indica Ríos (2014), decir que México no crece es olvidar que en nuestro país hay estados que durante ciertos periodos bien podrían ser clasificados como *tigres asiáticos*, conviviendo con entidades que sufren crisis económicas de proporciones similares a la *griega* y por lo tanto, el problema no es que México no crezca, sino que crece a 32 pasos diferentes. Las mismas discrepancias en el crecimiento económico, teóricamente, estarían explicadas pues por los distintos niveles de innovación tecnológica y las diferencias relativas a sus capacidades tecnológicas que experimenta cada entidad dentro de su contexto geográfico, cultural y socioeconómico.

El objetivo del presente trabajo es analizar cómo se distribuye la capacidad de innovación tecnológica entre las entidades federativas de México. Para ello, siguiendo a Blázquez & García, (2009), se considera necesario realizar un análisis empírico que explore la existencia de diferentes grupos de estados (clusters) caracterizados por distintos niveles de capacidad tecnológica y de innovación, examinando sus principales diferencias.

El estudio se ha realizado utilizando los datos del año 2012, publicados en diversas fuentes (véase tabla 1). Los cuales contienen una serie de indicadores que tratan de cuantificar diferentes aspectos relacionados con la capacidad de innovación tecnológica.

El trabajo empírico analiza estos datos a través de tres momentos. El primero, consiste en reducir el gran número de indicadores a través de un análisis factorial, obteniéndose dos factores. En segundo lugar, estos dos factores se utilizan para identificar diferentes grupos de estados a través de la técnica de cluster. Finalmente, se realiza un test econométrico para evaluar la precisión estadística de los resultados de los conglomerados obtenidos.

REVISIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZADOS

Chinaprayoon (2007), indica que una de las peculiaridades de la tecnología es su variedad y por lo tanto, las capacidades tecnológicas están compuestas de elementos heterogéneos, incluyendo las actividades de investigación, infraestructura, stock de conocimiento, recursos humanos y otros componentes. Debido a ello es imposible usar un solo indicador para explicar las capacidades tecnológicas de una nación o entidad.

En este artículo, utilizamos una serie de indicadores que miden directamente distintos aspectos relevantes de la capacidad de innovación tecnológica para las 32 entidades federativas de México. Ya que según Lugones (2006), la ventaja de utilizar una batería de indicadores, es que así se consigue definir con mayor precisión la situación de cada país, (en este caso la situación estatal) proporcionando una más fácil comprensión de las diferencias entre ellos.

Según Cepal (2007), los indicadores de las capacidades tecnológicas a nivel agregado, pueden ser clasificados en tres grupos. El primero, denominado como indicadores de la base disponible, engloba: el acervo de recursos humanos, la tasa de alfabetización, enrolamiento, titulados en ciencia e ingeniería, número de personas dedicadas a la ciencia y tecnológica, consumo de energía eléctrica, líneas de teléfono, usuarios de internet, PIB, PIB per cápita y grado de apertura de la economía.

Mientras que grupo dos, denominado como los esfuerzos realizados, engloba lo relativo al gasto público en educación, el gasto en actividades de ciencia y tecnología (ACT) y en investigación y desarrollo (I+D), la estructura de los gastos en I+D, los gastos en actividades de innovación, la Inversión extranjera directa (IED) y los pagos por regalías y adquisición de licencias. Finalmente el tercer grupo incluye el número de patentes solicitadas y otorgadas, el número de publicaciones científicas, la estructura del PIB y las exportaciones clasificadas según el contenido tecnológico.

Propiamente, este trabajo adopto las dimensiones propuestas por la Cepal (2007) ya que dichas dimensiones toman en cuenta los sistemas de innovación para países en desarrollo, (como México), los cuales merecen contar con su propia batería de indicadores basada en los componentes que son relevantes para su contexto. En ese sentido, se adaptaron algunas variables en relación a la dimensión de *los esfuerzos realizados y los resultados logrados* ya que como indica Archibugi & Coco (2005), en muchos casos las variables son dictadas por la disponibilidad de las fuentes estadísticas, más que de las preferencias teóricas.

Tabla 1

Indicadores usados en el análisis empírico por estados.

INDICADOR Y DIMENSIÓN	TIPO DE DATO	AÑO	FUENTE
BASE DISPONIBLE			
Líneas telefónicas (por cada 100 personas)	Dato publicado	2012	CMIC
Usuarios de Internet (por cada 100 personas)	Dato publicado	2011	INEGI
Tasa de alfabetización, total de adultos (% de personas de 15 años o más)	Dato publicado	2010	INEGI
Consumo de energía eléctrica (GWh per cápita)	Dato publicado	2006	INEGI
Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas del SNI)	Dato publicado	2012	SIICYT
Titulados en Ingeniería y Tecnología	Dato publicado	2011	ANUIES
Inscripción escolar, nivel terciario (% bruto)	Dato publicado	2012	SNIE
Inscripción escolar, nivel secundario (% bruto)	Dato publicado	2012	SNIE
Inscripción escolar, nivel primario (% bruto)	Dato publicado	2012	SNIE
PIB (millones de MX\$ a precios constantes de 2008)	Dato publicado	2012	INEGI
PIB per cápita (MX\$ a precios constantes de 2008)	Dato publicado	2012	INEGI
LOS ESFUERZOS REALIZADOS			
Gasto destinado por las empresas del sector productivo en actividades de Investigación y desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros por entidad federativa, según destino del gasto (miles de pesos)	Dato de encuesta	2012	INEGI
Inversión Extranjera Directa por Entidad Federativa (millones de dólares)	Dato publicado	2012	SE
LOS RESULTADOS LOGRADOS			
Artículos en publicaciones científicas y técnicas	Dato publicado	2012	CONAC YT

Patentes solicitadas en México por titulares mexicanos por cada 100 mil habitantes (2010)	Dato publicado	2010	IMPI
Patentes otorgadas en México por titulares mexicanos por cada 100 mil habitantes (2008)	Dato publicado	2008	IMPI

Fuente: Elaboración propia en base a taxonomía de Cepal (2007)

Es importante indicar que los datos que se han utilizado para este trabajo provienen de dos fuentes: datos publicados referentes al año 2012 –datos duros²- y datos de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología –datos de encuesta³- (INEGI, 2012).

Para lograr que los datos sean comparables, se ha procedido a normalizarlas de acuerdo con la fórmula para comparar indicadores individuales propuesta por Archibugi & Coco (2004), la cual se expresa como sigue: $(\text{valor observado} - \text{valor mínimo}) / (\text{valor máximo} - \text{valor mínimo})$; rango de índices: [0,1]

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

La metodología del presente trabajo, consiste en desarrollar un análisis estadístico que como primer punto, muestre los resultados referentes a la estadística descriptiva de las variables previamente normalizadas, posteriormente, se realiza el análisis factorial para destacar los principales componentes relativos al estudio de la capacidad de innovación y como tercer paso, se corre un análisis de conglomerados jerárquicos, mejor conocido como análisis cluster para identificar la agrupación de los estados que comparten características similares. Finalmente, se realiza un test econométrico para la validación del análisis cluster.

Revisión de los estadísticos descriptivos.

La estadística descriptiva de los datos normalizados (véase tabla 2), esta ordenada en forma ascendente, (considerando que el rango de las variables es del 0 al 1) se puede observar que el indicador con la media más elevada es la variable de *tasa de alfabetización* con .7037 Dicha variable, se considera como parte de los indicadores de base disponible en lo que refiere al acervo de recursos humanos como capacidad de absorción, el que su valor promedio sea elevado es una

² Estadísticas duras se refieren a los datos que se recogen en el nivel agregado del país (de toda población cuando el país es una unidad de análisis).

³ La encuesta se conoce como "datos blandos" y por lo general se obtiene de muestras de las encuestas (no de poblaciones enteras), para evitar outliers por falta de información sólo se tomó en cuenta una variable de encuesta.

señal positiva, ya que, la mayoría de los estados tienen un valor superior al .60 en este ítem. Sin embargo, estados como Hidalgo, Michoacán y Puebla conservan valores aproximados al .5, mientras que Chiapas se encuentra en el último lugar en relación a su tasa de alfabetización.

En contraparte, el *Gasto destinado por las empresas del sector productivo en actividades de Investigación y desarrollo Tecnológico* tiene la media más baja de todas las variables, con un valor alarmante de .0601 y un coeficiente de variación de 290%, lo que implica que el grado de dispersión de los datos con respecto a la media es elevado. En otras palabras, la inversión en I+D privada muy baja y considerablemente menor a la inversión pública en este ítem. Se observa también, que dicha variable, muestra en la mayoría de los estados valores normalizados cercanos a cero, destacando únicamente el D.F con un monto expresado en miles de pesos de 12, 540,317.5. Otras variables son profundizadas en la sección de discusión y conclusión del presente documento.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Tasa_alfabetización	32	.0000	1.0000	.703734	.2677938
Usuarios_Internet	32	.0000	1.0000	.484968	.2824285
Consumo_eléctrica	32	.0000	1.0000	.419211	.2556063
Líneas_telefónicas	32	.0000	1.0000	.248767	.1839673
Enrolamiento_secundario	32	.0000	1.0000	.218161	.2220443
Enrolamiento_primario	32	.0000	1.0000	.206371	.2032761
Titulados_Ingeniería_Tecnología	32	.0000	1.0000	.173769	.1994128
Enrolamiento_terciario	32	.0000	1.0000	.171730	.2090414
Investigadores_ID	32	.0000	1.0000	.169717	.1990538
Patentes_solicitadas	32	.0000	1.0000	.167461	.2218191
PIB_preciosconstantes	32	.0000	1.0000	.155609	.1964849
Patentes_otorgadas	32	.0000	1.0000	.124308	.2402893
PIB_percápita	32	.0000	1.0000	.114265	.1739467
Inversion_ED	32	.0000	1.0000	.088246	.1747067
Publicaciones_cient	32	.0000	1.0000	.062344	.1739752
GastoID_Empresas	32	.0000	1.0000	.060111	.1775705
N válido (según lista)	32				

Fuente: Elaboración propia. (SPSS 21)

Análisis factorial.

El análisis factorial tiene como objetivo identificar las variables explicativas que mejor analizan la distribución de innovación tecnológica entre estados, es decir, aquellas que discriminan mejor el nivel de innovación tecnológica de los mismos. El objetivo del análisis factorial es, por tanto, extraer un número menor de factores que expliquen la mayor parte de la varianza de la muestra, y es una técnica ampliamente utilizada y aceptada en este tipo de estudios (Archibugi, 1998).

Sin embargo, previo al análisis factorial se estudió la viabilidad de realizarlo para ese conjunto de datos, para lo cual se utilizó la prueba de Kaiser-Meyer-Okin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett (tabla 3).

Tabla 3

KMO y prueba de Bartlett

KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.717
	Chi-cuadrado aproximado	865.127
Prueba de esfericidad de Bartlett	GI	120
	Sig.	.000

Fuente: Elaboración propia. (SPSS 21)

***El índice de KMO**, se utiliza para comparar las magnitudes de los coeficientes de correlación múltiples observados con las magnitudes de coeficientes de correlación parcial (Álvarez, 2010). Cuando el valor del índice es bajo, menor de 0,5, se desaconseja la aplicación del análisis, ya que las correlaciones entre pares de variables no se pueden explicar a través de las otras variables. Cuanto más próximo a 1 esté el índice KMO, más adecuada es la utilización del análisis factorial.

En este caso, el índice $KMO = .717 > .5$ Entonces, sí tiene sentido hacer un análisis factorial.

*** La prueba de esfericidad de Bartlett** contrasta si hay interrelaciones entre las variables mediante la enunciación de la hipótesis nula consistente en que la matriz de correlación es la matriz identidad (la que tiene unos en la diagonal principal y ceros en el resto de valores). Si se confirma la hipótesis nula, supondría que las variables no están correlacionadas. Si por el contrario, se rechaza

la hipótesis nula, las variables estarían relacionadas y sería adecuado realizar el análisis factorial. (Álvarez, 2010).

En este caso la Sig. de la prueba de esfericidad de Bartlett = .000 < .05 Entonces se puede rechazar la HO y por lo tanto sí tiene sentido hacer un análisis factorial.

En cuanto a los resultados del análisis factorial y tomando en cuenta el criterio de la varianza (que implica conservar aquellos factores cuya variabilidad explicada sea superior al 75%) y el gráfico de sedimentación (que sugiere conservar aquellos factores hasta que se produzca una ruptura pronunciada y el descenso gradual de los restantes), se han identificado dos factores que conjuntamente suponen el 74.26% de la varianza.

La interpretación de los dos factores es la siguiente (véase tabla 4):

FACTOR 1: Es una combinación de 11 variables que suponen el 54.719% de la varianza de la muestra, por lo que implica ser una dimensión muy relevante para analizar las diferencias en la capacidad de innovación tecnológica entre entidades federativas. El componente 1, acorde con la literatura podría ser interpretado como: **capacidades de innovación y acervo de recursos humanos.**

FACTOR 2: Es una combinación de 5 variables que suponen el 19.542% de la varianza de la muestra. El componente 2, acorde con la literatura podría ser interpretado como: **capacidades tecnológicas de infraestructura.**

La tabla 4 denominada Matriz de Componentes Rotados, indica la correlación existente (saturación) entre cada una de las variables y su correspondiente factor o componente. La saturación representa el peso, la importancia, de la variable dentro del componente (o dimensión).

Tabla 4

Resultados de la Matriz de Componentes rotados.

FACTOR 1	FACTOR 2
Capacidades de innovación y acervo de recursos humanos	Capacidades tecnológicas de infraestructura
GRAFICADO EN:	
EJE DE LAS Y	EJE DE LAS X
Enrolamiento_terciario	Usuarios_Internet
Titulados_Ingeniería_Tecnología	Tasa_alfabetización
PIB_preciosconstantes	Consumo_eléctrica
GastoID_Empresas	PIB_percápita
Inversion_ED	Líneas_telefónicas
Publicaciones_cient	
Enrolamiento_secundario	
Enrolamiento_primario	
Patentes_solicitadas	
Investigadores_ID	
Patentes_otorgadas	

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

*nota: para cada factor se eligen las variables con saturaciones superiores a .5

Fuente: Elaboración propia en base a resultados *Matriz de Componentes rotados* (SPSS 21)

Habría que poner en claro el significado los factores obtenidos, que se observan en el gráfico 1. Comencemos señalando que el factor 1, denominado como capacidades de innovación y acervo de recursos humanos incluye variables relativas a la tasa de enrolamiento, recursos humanos dedicados a la investigación, ciencia y tecnología, variables que suponen la capacidad de los estados para reconocer el valor de la información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, por otra parte, dentro de este mismo factor, se incluyen variables de resultados logrados como lo son las patentes solicitadas y otorgadas y el gasto en investigación y desarrollo de las empresas por estado, indicadores que muestran la capacidad de las entidades federativas para introducir nuevas ideas, conceptualizarlas, diseñarlas producirlas y venderlas. Otra de las variables incluida en el

factor 1, es la referente a la Inversión Extranjera Directa que ejemplifica la adquisición del conocimiento externo de las entidades.

Por otra parte, el factor 2, etiquetado como capacidades tecnológicas de infraestructura, considera indicadores de consumo de energía eléctrica, líneas de teléfono y usuarios de internet⁴, variables consideradas como de infraestructura que aportan un conocimiento general del entorno en el cual se desarrollan las actividades productivas de las entidades de la república mexicana, la combinación de estos tres aspectos ofrece indicios del grado de sofisticación de la producción, *“ya que puede suponerse que a mayor valor de los indicadores en cuestión corresponde una mayor sofisticación, lo que debería traducirse en mayor valor agregado en la producción”* (Cepal, 2007). Además dicho factor añade la tasa de alfabetización como una métrica del nivel general del entorno productivo, finalmente, se incluye el indicador del PIB per cápita, ya que es sabido que los productos con mayor contenido tecnológico (o contenido de conocimiento) se caracterizan por una mayor elasticidad de la demanda. En otras el PIB per cápita es un indicador de la complejidad de la demanda tecnológica⁵.

Análisis cluster.

El análisis cluster es la denominación de un grupo de técnicas multivalentes cuyo principal propósito es agrupar objetos basándose en las características que poseen. Los conglomerados resultantes, deberían mostrar un alto grado de homogeneidad interna dentro de conglomerado y un alto grado de heterogeneidad externa del conglomerado. (Álvarez, 2010).

En este caso se busca la partición de un conjunto de datos (correspondientes a distintos estados) en grupos, de tal forma que los datos pertenecientes a un mismo grupo sean muy similares entre sí pero muy diferentes a los de los otros grupos.

Para conseguir formar grupos homogéneos de observaciones (en este caso de estados), hay que medir su similaridad o su “distancia” (disimilaridad). A este respecto, se han desarrollado numerosos métodos para medir la distancia entre los casos. En este trabajo se va a utilizar la distancia euclídea.

⁴ Para Chinaprayoon (2007), los usuarios de internet son un indicador de la difusión de nuevas tecnologías, mientras que el consumo de energía eléctrica y las líneas de teléfono, son indican la difusión de las viejas tecnologías.

⁵ Se espera que el crecimiento de la actividad económica y el ingreso derive en un aumento de la demanda de bienes de mayor complejidad o tecnológicamente avanzados. (Cepal, 2007)

Descripción de los clusters obtenidos.

En esta sección se muestran los resultados del análisis cluster que divide a las entidades federativas de México en siete grupos caracterizados por distintos niveles de capacidad de innovación tecnológica. Los siete conglomerados⁶ resultantes se observan en la tabla 5, posteriormente se emite una descripción de ellos.

Tabla 5

Clusters obtenidos

Cluster	Entidades Federativas
1	D.F
2	Nuevo León
	Querétaro
3	Jalisco
4	Estado de México
5	Aguascalientes
	BC_Nte
	BC_Sur
	Campeche
	Coahuila
	Colima
	Chihuahua
	Morelos
	Quintana Roo
	Sonora
	Tamaulipas
6	Durango
	Guanajuato
	Hidalgo
	Michoacán
	Nayarit
	SLP
	Sinaloa
	Tabasco
	Tlaxcala
	Yucatán
Zacateca	
7	Veracruz
	Puebla
	Guerrero
	Oaxaca
	Chiapas

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de conglomerados (SPSS 21)

⁶ Los clusters están ordenados jerárquicamente, pero los estados de cada clusters no. En otras palabras los estados no están ordenados jerárquicamente.

Definición de clusters.

En materia de capacidades tecnológicas, México se mueve a 7 pasos diferentes. Los clusters estatales de innovación tecnológica obtenidos son descritos a continuación:

Clúster 1: *Excelente* en capacidades de innovación y acervo de recursos humanos y *excelente* en capacidades tecnológicas de infraestructura: en este conglomerado, se encuentra únicamente el D.F al contar con una posición claramente destacada en cuanto a estos dos componentes. A modo orientativo, se ha tomado como indicador del desarrollo económico de los distintos clusters, el valor PIB estatal, en este caso, el PIB del D.F, que es de 2204.492 (Millones de pesos) cantidad muy superior al del resto de los grupos y evidentemente superior a la media nacional.

Clúster 2: *Bueno* en capacidades de innovación y acervo de recursos humanos y *bueno* en capacidades tecnológicas de infraestructura: en este conglomerado se encuentra Nuevo León y Querétaro, posicionado en el cuadrante positivo de ambos componentes. El PIB promedio de estos estados ronda en los 604.19 (Millones de pesos), cantidad superior a la media nacional de 403.52 (Millones de pesos).

Clúster 3: *Regular* en capacidades de innovación y acervo de recursos humanos y *con déficit* en capacidades tecnológicas de infraestructura: en este conglomerado se encuentra Jalisco, que por una parte, se encuentra bien posicionado dentro del componente de capacidades de innovación y acervo de recursos humanos, pero con un posicionamiento negativo en lo relativo a las capacidades tecnológicas de infraestructura, el PIB per cápita (elemento de la complejidad de la demanda tecnológica) es de \$108.95, dicho valor, es ligeramente inferior a la media nacional de \$130.07

Clúster 4: *Regular-bajo* en capacidades de innovación y acervo de recursos humanos y *regular-bajo* en capacidades tecnológicas de infraestructura: en este conglomerado se encuentra el Estado de México, observamos que en el primer componente, presentan un posición positiva pero baja en comparación con el cluster 1-3, por otra parte, en lo que respecta al segundo componente, se ubican el cuadrante negativo. El PIB per cápita (elemento de la complejidad de la demanda tecnológica) es de \$77.42 cifra 60% menor a la media nacional de \$130.07

Clúster 5: *Déficit bajo* en capacidades de innovación y acervo de recursos humanos y *déficit bajo* en capacidades tecnológicas de infraestructura: en este conglomerado se encuentran: Morelos, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Aguascalientes, Quintana Roo, Colima, BC-NORTE, BC-SUR, Sonora, Campeche. El PIB promedio de estos estados es de 271.72 (Millones de pesos), cantidad inferior a la media nacional de 403.52 (Millones de pesos). Sin embargo el PIB per cápita promedio de este cluster es de \$184.65, superior a la media nacional de \$130.07

TEST ECONOMÉTRICO DE VALIDACIÓN DEL ANÁLISIS CLUSTER.

En primer lugar, se ha llevado a cabo un test ANOVA (véase tabla 6), para contrastar que el análisis *cluster* realizado es adecuado y si existen diferencias significativas entre los grupos obtenidos. El ANOVA y las pruebas post-hoc nos permitirán verificar que el análisis de *clusters* que se ha realizado para las distintas variables es correcto, en el sentido de que existen diferencias significativas entre los siete grupos considerados.

Los resultados que se muestran a continuación confirman la bondad del análisis.

Tabla 6

Prueba ANOVA de 2 factores

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
REGR factor score 1 for analysis 5 (factor 1)	Inter-grupos	28.870	6	4.812	56.465	.000
	Intra-grupos	2.130	25	.085		
	Total	31.000	31			
REGR factor score 2 for analysis 5 (factor 2)	Inter-grupos	28.440	6	4.740	46.287	.000
	Intra-grupos	2.560	25	.102		
	Total	31.000	31			

P	>	Sig
0.05		0.000

Se rechaza la H_0 . Por lo tanto, existe una diferencia estadística significativa entre el total de grupos.

Fuente: Elaboración propia. (SPSS 21)

Para comprobar si existen diferencias entre todos los grupos, se han realizado además los test de Student-Newman-Keuls, HDS de Tukey y Waller-Duncan. Se ha efectuado la prueba con los 4 grupos que contienen más de un estado, eliminando por tanto el caso de D.F, México y Jalisco, que presenta claras diferencias con el resto de grupos.

La tabla 7, contiene los resultados de las pruebas post-hoc para el factor 1 definido como las capacidades de innovación y acervo de recursos humanos; se observa que:

- Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el cluster 5 y el cluster 7
- Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el cluster 5 y el cluster 2

- Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el cluster 6 y el cluster 7
- Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el cluster 6 y el cluster 2
- Sin embargo no se presentan diferencias significativas entre el cluster 5 y el cluster 6, debido a que la Sig. > 0.05, en este caso 0.66 > 0.05. En el diagrama de dispersión (figura 1), se puede observar cierta coincidencia. Lo mismo sucede entre el cluster 7 y el cluster 2.

Tabla 7

Pruebas post-hoc para el factor 1, capacidades de innovación y acervo de recursos humanos.

REGR factor score 1 for analysis 5

	Average Linkage (Between Groups)	N	Subconjunto	
			1	2
Student-Newman-Keuls ^{a,b,c}	Cluster 5	11	-.4538141	
	Cluster 6	11	-.3682284	
	Cluster 7	5		.2088950
	Cluster 2	2		.3759092
	Sig.		.663	.397
DHS de Tukey ^{a,b,c}	Cluster 5	11	-.4538141	
	Cluster 6	11	-.3682284	
	Cluster 7	5		.2088950
	Cluster 2	2		.3759092
	Sig.		.971	.824
Waller-Duncan ^{a,b,d}	Cluster 5	11	-.4538141	
	Cluster 6	11	-.3682284	
	Cluster 7	5		.2088950
	Cluster 2	2		.3759092

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .085.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.536

b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c. Alfa = .05.

d. Razón de seriedad del error de tipo 1/tipo 2 = 100

Fuente: Elaboración propia. (SPSS 21)

La tabla 8, contiene los resultados de las pruebas post-hoc para el factor 2 definido como las capacidades tecnológicas de infraestructura; se observa que:

- Existe una diferencia estadísticamente significativa entre todos los clusters, con excepción del cluster 5 y el cluster 2, debido a que la Sig. > 0.05, en este caso 0.08 > 0.05

Tabla 8

Pruebas post-hoc para el factor 2, capacidades tecnológicas de infraestructura.

REGR factor score 2 for analysis 5					
	Average Linkage (Between Groups)	N	Subconjunto		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls ^{a,b}	Cluster 7	5	-1.5369134		
	Cluster 6	11		-.2790508	
	Cluster 5	11			.7911984
	Cluster 2	2			1.1697297
	Sig.		1.000	1.000	.087
DHS de Tukey ^{a,b}	Cluster 7	5	-1.5369134		
	Cluster 6	11		-.2790508	
	Cluster 5	11			.7911984
	Cluster 2	2			1.1697297
	Sig.		1.000	1.000	.305
Waller-Duncan ^{a,c}	Cluster 7	5	-1.5369134		
	Cluster 6	11		-.2790508	
	Cluster 5	11			.7911984
	Cluster 2	2			1.1697297

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .102.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.536

b. Alfa = .05.

c. Razón de seriedad del error de tipo 1/tipo 2 = 100

Fuente: Elaboración propia. (SPSS 21)

Finalmente, se puede decir que las pruebas post-hoc han mostrado diferencias significativas en la mayoría de los casos entre los 4 grupos considerados, y a nivel conjunto (como se comprueba en los

resultados del ANOVA y el gráfico de dispersión) existen diferencias significativas entre los 7 clusters, por lo tanto, el análisis de conglomerados realizado es aceptable.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.

El presente trabajo, es pues, un esfuerzo por incidir en el análisis particular de la CTI pero desde una perspectiva que permita identificar propiamente las capacidades de innovación tecnológica a nivel estado, aglomerando a las entidades que comparten condiciones similares en dicha materia y poder de esta forma, contar con un mapa que dibuje las distancias y el camino por recorrer, de un cluster a otro, en aras del progreso y la competitividad y con el objetivo también, que este tipo de estudios sean fuente de referencia para incurrir en políticas tecnológicas diferenciadas y acordes a las necesidades relativas a cada grupo de estados.

Decir que México no crece es olvidar que en nuestro país hay estados que durante ciertos periodos bien podrían ser clasificados como *tigres asiáticos*, conviviendo con entidades que sufren crisis económicas de proporciones similares a la *griega* y por lo tanto, el problema no es que México no crezca, sino que crece a 32 pasos diferentes. (Ríos, 2014).

Los resultados de esta investigación, sugieren una analogía similar, México sí hace uso efectivo del conocimiento tecnológico para cambiar las tecnologías existentes y desarrollar nuevos productos y procesos, sólo que dicha capacidad, avanza a 7 pasos diferentes (7 Clusters estatales de innovación tecnológica). Por lo tanto, para incrementar nuestras capacidades de innovación es necesario un ejercicio de *benchmarking*, tomando como punto de referencia aquellos estados que están realizando un buen trabajo en materia de promoción de la innovación otorgando las condiciones “capacidades” proclives para ejecutarla. Fijarnos en el D.F, Nuevo León y Querétaro⁷ como casos de éxito, quizá sea más provechoso que voltear la vista Suiza, Reino Unido o Suecia⁸, dado que los primeros, forman parte de nuestro contexto. Sin embargo para la observancia de los primeros, se requiere de diversos tipos y metodologías de investigación para analizar el tema.

Los hallazgos de la presente investigación, enriquecen el debate y la discusión relativa a las capacidades de innovación tecnológica en México. Algunos de los resultados son convergentes con estudios previos, por ejemplo, el top 3 de estados con mayor capacidades de innovación y capacidades tecnológicas de infraestructura coinciden con el top 3 presentado en el Ranking

⁷ El D.F, en nuestro estudio, resulto la entidad puntera en capacidades tecnológicas, mientras que Nuevo León y Querétaro pertenecen al segundo cluster.

⁸ Países de mejor Ranking según (WIPO , 2014)

Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCCyT, 2014). Sin embargo, dado que la metodología y el enfoque de investigación es diferente, se aprecia que la estratificación de estos 7 clusters, marca la pauta para reflexionar acerca de la importancia de contar con este tipo de estudios y generan a su vez nuevas sugerencias de investigación.

Resulta preocupante, la situación del cluster 7: Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz. Por su parte el cluster 5 y 6, se ubican también en los cuadrantes negativos, los estados que congregan en dichos clusters, son considerados (estados en transición en inversión de CTI y economía del conocimiento⁹). Finalmente los cluster del 1 al 4, presentan mejores condiciones en cuanto a sus capacidades tecnológicas, en este caso los estados en consolidación resultaron únicamente: D.F, Nuevo León, Querétaro y Jalisco. Derivado de ello, surge la interrogante de ¿por qué parece que las capacidades de innovación tecnológica se concentran en unos cuantos estados? ¿Y en qué medida esto depende de la ubicación? Preguntas que se abren como sugerencias de investigación, además, futuros trabajos podrían estudiar la evolución en el tiempo de estos *clusters*, tratando de ver qué estados han podido mudarse a un *cluster* situado en posiciones más avanzadas y cuáles han retrocedido y cómo se relaciona cada *cluster* con el desarrollo económico.

Finalmente se auguran buenas expectativas, ya según el PECITI, (2014), se tiene planteado que GIDE/PIB para el año 2018 sea de 1%, cifra que impulsaría las capacidades de Ciencia Tecnología e Innovación. Sin embargo, una tarea pendiente es revertir que se privilegie el pensamiento mágico sobre el lógico científico, ya que, según la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (Enpecyt, 2011), el 57.5% de los mexicanos considera que debido a sus conocimientos, “los investigadores y científicos tienen un poder que los hace peligrosos”. Para que los incentivos en materia de Ciencia y Tecnología funcionen debería cambiar dicha percepción, que repliegue en el aumento de nuestro acervo de recursos humanos dedicados a la investigación, ciencia y tecnología.

REFERENCIAS

- Archibugi, D. & Coco, A. (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A surey and a menu for choice. *Research Policy*, 34, 175-194.
- Archibugi, D. & Coco, A. (2004). A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). *World Development*, 32, 629-654.
- Archibugi, D. (1988). In Search of a Useful Measure of Technological Innovation (to Make Economists Happy without Discontenting Technologists). *Technological Forecasting and Social Change*, 34, 253-277.

⁹ (PECITI, 2014)

- Álvarez, R. (1995). *Estadística multivalente y no paramétrica con SPSS*. Madrid: 1995.
- Borrastero, C. (2012). Notas sobre la cuestión del excedente en las teorías evolucionistas neoschumpeterianas. *Papeles de trabajo. Revista electrónica del Instituto de Altos Estudios Sociales de la Universidad Nacional de General San Martín*, 100-126.
- Blázquez, M. & García, M. (2009). Clusters de innovación tecnológica en Latinoamérica. *GCG Journal*, 16-33.
- Calderón, M. y Hartmann, D. (2010). Una revisión del pensamiento evolucionista y el enfoque de los sistemas de innovación. *RUDICS*, 1-18.
- Close, E. y Garita, M. (2011). La innovación en las empresas de Guatemala. *ECO Revista Académica*, 27-36.
- Cepal. (2007). *Serie Estudios y Perspectivas. Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina*. México: Naciones Unidas.
- Chinaprayoon, C. (2007). Science, Technology and Innovation composite indicators for developing countries. Georgia Institute of Technology.
- Diaconu, M. (2011). Technological Innovation: Concept, Process, Typology and Implications in the Economy. *Theoretical & Applied Economics*, 18(10), 127-144.
- Dosi, G. (2008). La interpretación evolucionista de las dinámicas soio económicas. En R. Viale, *Las nuevas economías. Dela ecoomía evolucionista a la economía cognitiva: Más allá de las fallas de la teoría neoclásica*, 29-44. México: FLACSO MÉXICO.
- Dutrénit, G., Capdeville, M., Corona, J., Puchet, M. y Vera-cruz, F. (2010). El sistema Nacional de Innovación Mexicano. *UAM*, 1-62.
- Enpecyt. (2011). Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México. *INEGI*.
- FCCyT. (2014). *Ranking Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. Capacidades y Oportunidades de los sistemas estatales de CTI*. México: FCCYT.
- García, M., Blázquez, M. & Ruiz, E. (2012). Empirical Study of National Technological Innnovation Capability in Africa. *SAJEMS*, 440-463.
- PECITI. (2014). *PROGRAMA ESPECIAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2014-2018*. CONACyT.
- Pedroza, H. (2006). *Sistema de análisis estadístico con SPSS*. Nicaragua: INTA.
- Ríos, V. (2014). México sí crece, sólo que a 32 pasos diferentes. *Excelsior*.
- Schumpeter, J. (2005). Development. *Journal of Economic Literature*, 108-120.
- Stern Porter & Furman. (2000). The determinats of innovation capability, USA. *NBER Working Paper Series*.

Morales, M. (2009). Teoría Económica Evolutiva de la Empresa ¿una alternativa a la teoría neoclásica?. *Revista Latinoamericana de Economía*, 161-183.

Velarde, E., Garza, E. y Coronado, E. (2011). EL DESARROLLO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS Y LA VINCULACIÓN CON INSTITUCIONES EDUCATIVAS. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 6(2), 1-7.

WIPO. (2014) *The Global Innovation Index 2014*. INSEAD.