



# EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS ESTATALES MEXICANAS (2007-2011) USANDO ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Evaluation of scientific production in Mexican state public universities (2007-2011) using principal component analyses

Javier Tarango, Perla-Zukey Hernández-Gutiérrez y David Vázquez-Guzmán

**Nota:** Este artículo puede leerse en inglés en:  
<http://www.elfprofesionaldeinformacion.com/contenidos/2015/sep/06.pdf>



**Javier Tarango**, profesor-investigador a tiempo completo en la *Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)*, es miembro del *Sistema Nacional de Investigadores* (nivel I). Es doctor en educación (*UACH*), master en ciencias de la información (*Universidad de Guanajuato*) y master en desarrollo organizacional (*Universidad de Monterrey*). Líneas de investigación: Evaluación de la producción científica y alfabetización informacional. Ha publicado cuatro libros, 20 capítulos de libro, 32 artículos científicos y 24 ponencias de congreso; ha supervisado 27 tesis doctorales.  
<http://dx.doi.org/0000-0002-0416-3400>

*Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Filosofía y Letras*  
José de Gálvez, 6707. Rincones de San Francisco, 31115 Chihuahua, Chih., México  
[tj.88888@hotmail.com](mailto:tj.88888@hotmail.com)



**Perla-Zukey Hernández-Gutiérrez**, estudiante de doctorado en educación (*Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH*), tiene un master en ciencias del deporte con opción en biología (*UACH*). Profesora en la *Facultad de Ciencias de la Cultura Física, UACH*. Es autora de dos artículos en revistas científicas.  
<http://dx.doi.org/0000-0002-0364-7016>

*Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias de la Cultura Física*  
Paseo de la Sierra, 15322. Paseos de Chihuahua, 31125 Chihuahua, Chih., México  
[zukeyhg@hotmail.com](mailto:zukeyhg@hotmail.com)



**David Vázquez-Guzmán**, miembro del *Sistema Nacional de Investigadores* (nivel I), es profesor a tiempo completo del *Departamento de Ciencias Sociales* de la *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*. Tiene un doctorado por la *University of Stirling*, Reino Unido, un master en economía (*University of California, Riverside*) y un master en administración (*Instituto Tecnológico de Monterrey*). Líneas de investigación: Aspectos del desarrollo económico y microeconómico en relación con el bienestar y las poblaciones vulnerables. Ha publicado cuatro libros y 10 artículos en revistas científicas.  
<http://dx.doi.org/0000-0001-8254-9766>

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Sociales*  
Av. Colegio Militar y Universidad, Zona Chamizal, 32300 Ciudad Juárez, Chih., México  
[david.vazquez@uacj.mx](mailto:david.vazquez@uacj.mx)

## Resumen

Se aplica el método de análisis de componentes principales (ACP) para evaluar la competitividad en producción científica de universidades mexicanas, partiendo de la identificación y clasificación de un conjunto de indicadores, agrupados en 7 dimensiones y 18 criterios. De forma específica, el método se llevó a cabo en las entidades educativas incluidas dentro del rubro de universidades públicas estatales (33 en total), en un período de cinco años (2007-2011). Con ello se determina, que

Artículo recibido el 09-03-2015  
Aprobación definitiva: 18-06-2015

por su comportamiento significativo, sólo se identifican 7 criterios como componentes principales, dando como resultado una escala de posiciones que indican el índice de potencialidad relativa (IPR), definiéndose así los niveles de oportunidad de cada entidad participante en relación con su grupo, además de reconocer a la institución que mostró mayor competitividad y que se convierte a su vez, en un parámetro de calidad.

### Palabras clave

Producción científica; Análisis de componentes principales (ACP); Competitividad institucional; Índice de potencialidad relativa; Universidades públicas estatales; México.

### Abstract

This article focuses on the application of the principal component analysis (PCA) method to evaluate the competitiveness of scientific production in Mexican universities, based on the identification and classification of a set of indicators, grouped into seven dimensions and 18 criteria. Specifically, the method was performed in the educational institutions included in the category of state public universities (33 in total), over a period of five years (2007-2011), and ultimately identified only seven criteria as principal components, resulting in a scale of positions that indicate the index of relative potential (IPR in Spanish). Thus, the levels of opportunity for each university in relation to their group are defined, and the university that showed the highest competitiveness is identified and it in turn becomes a quality parameter.

### Keywords

Scientific production; Principal component analysis (PCA); Institutional competitiveness; Index of relative potential; State public universities; Mexico.

**Tarango, Javier; Hernández-Gutiérrez, Perla-Zukey; Vázquez-Guzmán, David** (2015). "Evaluation of scientific production in Mexican state public universities (2007-2011) using principal component analysis". *El profesional de la información*, v. 24, n. 5, pp. 567-576.

<http://dx.doi.org/10.3145/epi.2015.sep.06>

## 1. Introducción

En los últimos años ha tomado especial relevancia en las instituciones de educación superior (IES) de México, la exigencia a profesores e investigadores en generar, aumentar y registrar su producción académica y científica, tanto desde la perspectiva individual como colectiva. Los indicadores de dicha producción se usan para evaluar los niveles de competitividad y determinan la distribución y asignación de recursos financieros por parte del gobierno mexicano.

Aunque los renglones que comprende la producción científica en las universidades mexicanas suelen ser dispersos, es fácil identificar qué productos, acciones y entornos cobran mayor valor y se convierten en ineludibles si se quiere mantener un estatus de calidad individual e institucional. Los planteamientos exigidos a los docentes e investigadores versan en cuatro ejes de acción, presentados en orden de importancia: generación y comunicación de conocimiento, docencia, tutoría estudiantil (dirección de tesis, especialmente de posgrado) y acciones de gestión institucional.

Aunque estos campos de acción pueden desagregarse hasta niveles más específicos, el primero de ellos prácticamente determina la capacidad de producción científica individual, la cual, a partir de normas no específicas, identifica dos perspectivas de medición: cantidad de productos generados (especialmente artículos científicos); y, vinculada con la calidad, índices de visibilidad e impacto. Aunque los resultados de la producción científica pueden difundirse a través de canales informales, semiformales y formales (**Romanos-de-Tiratel**, 2009; **Campos-Rosa**, 2000), queda claro que sólo estos últimos se consideran viables para influir en los procesos de medición.

Las comunidades académicas y científicas reconocen diversos medios a través de los cuales es posible divulgar el conocimiento, en especial artículos, tesis, libros, capítulos y ponencias (**Braga-Ferreira; Malerbo; Silva**, 2003); también identifican que para hacer ciencia es necesario escribirla y publicarla (**Campos-Rosa**, 2000), y que la competitividad en las instituciones educativas se manifiesta, siempre y cuando sus procesos de investigación científica sean constantes y sistemáticos (**Shults**, 2005), siendo éste el problema principal de las universidades mexicanas, el cual es estudiado posteriormente.

Si bien la inmensa mayoría de los académicos en universidades mexicanas fueron contratados para ejercer la enseñanza, en la actualidad las exigencias se perfilan hacia el fortalecimiento del perfil investigativo, en donde se empieza a tomar como obligatoria la generación de conocimiento, convirtiéndose todo ello en una realidad multidimensional con la transformación de diversas vertientes de la actividad profesional (**Gorbea-Portal**, 2010). Tal tendencia muestra la necesidad de los sistemas universitarios mexicanos de responder oportunamente a los retos del mundo, direccionando estrategias hacia la identificación de potencialidades en producción científica para el desarrollo de capital intelectual y social (**Modrego**, 2002).

La medición de la competitividad en producción científica demanda el registro de comportamientos a través del tiempo y no como hechos aislados (**Bonzi**, 1992), incluyéndose además la consideración del estatus académico del docente en cuanto a su tipo de relación laboral, género, disciplina, patrones de citación y sobre todo, la necesidad de ponderar los ámbitos académicos y de investigación que caracterizan a las IES. Realmente, las universidades mexicanas tienen

la necesidad de definir el orden de prioridades, ya que la observación de **Manjarin, Cutri, Torres, Noguerol, Ossorio, Durán y Ferrero** (2009) indica que es común que los académicos participen de forma frecuente en actividades de mayor facilidad (como las ponencias en congresos) y no en acciones sustanciales que les resultan complejas, como es el caso de la publicación de artículos científicos en revistas de impacto, mismos que se han convertido en prioritarios en la medición de las instituciones.

## 2. Objetivos de investigación

El presente estudio plantea los siguientes objetivos de trabajo:

- a) Definir y clasificar las dimensiones y criterios de evaluación de la producción científica en universidades mexicanas.
- b) Demostrar la aplicabilidad del modelo de análisis de componentes principales (ACP) en la identificación de competitividad institucional en producción científica, usando los resultados observados en universidades públicas estatales mexicanas.
- c) Identificar posiciones institucionales en producción científica a través del índice de potencialidad relativa (IPR), que orienten la toma de decisiones para el desarrollo de las organizaciones educativas evaluadas.

La definición de la producción científica es a menudo vaga, aunque es fácil identificar qué productos, acciones y ambientes tienen valor para evaluar la calidad individual e institucional

## 3. Metodología del estudio

Este trabajo está dividido en cuatro fases de análisis: identificación de datos a partir del acceso a observatorios científicos; elaboración de una matriz de identificación de dimensiones y criterios; evaluación de variables usando como modelo central el análisis de componentes principales (ACP); y, generación del índice de potencialidad relativa (IPR) para comparar posiciones institucionales. Los resultados analizados comprenden toda contribución a la producción científica de las universidades evaluadas del total de los académicos, cuyos nombramientos varían en cada institución, regularmente bajo la siguiente nomenclatura: profesores (docentes), profesores-investigadores e investigadores, los cuales mantengan una relación laboral de tiempo completo, medio tiempo y horas-clase sueltas.

### 3.1. Identificación de datos en observatorio científico

Se identificó como fuente de consulta para la recolección de datos al observatorio científico desarrollado por la *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2011, 2012)* llamado *Estudio comparativo de universidades mexicanas (ECUM)*, proyecto que sistematiza, mide y compara el desempeño de universidades y otras instituciones mexicanas de educación superior (aproximadamente 2.800 entidades), en donde la información puede segmentarse en varias categorías (para este caso por tipo de universidad).

La recopilación de datos correspondió al período 2007-2011 (cinco años), siendo los disponibles al momento del estudio. Aunque el observatorio científico permite múltiples formas de visualización de los datos, para este estudio fueron ordenados en dos alternativas combinatorias: por tipo de universidad (instituciones públicas federales, instituciones públicas estatales, instituciones privadas, institutos tecnológicos federales, institutos tecnológicos estatales, universidades tecnológicas, universidades politécnicas, universidades interculturales y otras universidades públicas) y selección multianual (años correspondientes al período de evaluación).

Al tratarse de un estudio descriptivo, los datos del observatorio se recolectaron para poder establecer comparaciones de tipo y nivel, por lo cual se obtuvieron los datos sin ponderación y sin indicadores de comparación de comportamiento, de tal forma que a partir de la aplicación del modelo de ACP, en el estudio se pudieran establecer relaciones en los criterios del estudio y construir indicadores a partir de las propias necesidades del modelo y perspectivas de análisis.

### 3.2. Elaboración de la matriz de dimensiones y criterios

Una vez hecha la recolección general de los datos y de acuerdo con su disposición, se identificaron 18 criterios de evaluación relacionados con la producción científica y dos más que complementaron la información: matrícula y docentes. Tales criterios se agruparon según su afinidad en 6 dimensiones vinculadas a la producción científica y una más, que conjuntó los datos complementarios antes mencionados (ver Anexo).

### 3.3. Aplicación del modelo ACP para el análisis de datos

Para el análisis de datos y la definición de los niveles de competitividad de las universidades evaluadas se utilizó el análisis de componentes principales (ACP), que es un procedimiento estadístico que utiliza una transformación ortogonal para convertir un conjunto de observaciones de variables posiblemente correlacionadas en un conjunto de valores de variables no correlacionadas linealmente, llamados componentes principales. El número de componentes principales es inferior o igual al número de variables originales. Esta transformación se define de manera que el primer componente principal tenga la mayor varianza posible (es decir, representa la mayor variabilidad en los datos posible), y cada componente subsiguiente a su vez tiene la mayor varianza posible en virtud de la restricción de que es ortogonal a los componentes anteriores. Los vectores resultantes son un conjunto ortogonal no correlacionado. Los principales componentes son ortogonales porque son los vectores propios de la matriz de covarianza, que es simétrica (**Lozares-Colina; López-Roldán, 1991; González-Martín; Díaz-de-Pascual; Torres-Lezama, Garnica-Olmos, 1994**). Al identificar las variables más pequeñas que observan un comportamiento diferenciado (similitudes y diferencias) de un grupo de variables no-correlacionadas llamadas componentes principales, éstas son consideradas para el análisis.

Las nuevas variables (componentes principales) son ponderadas, obteniéndose un orden decreciente de importancia de acuerdo con su porcentaje de varianza. Por lo tanto, el

ACP permitió encontrar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlos por importancia, utilizando técnicas estadísticas multivariantes descriptivas, cuyas variables fueron medidas sobre cada uno de los individuos (universidades) consiguiéndose matrices de datos (Terrádez-Gurrea, 2012; Pla, 1986).

El análisis comparó el comportamiento de las variables y en forma dual, en el área de los sujetos (universidades), para posteriormente graficar tales resultados, de modo que tanto en la tabla como en el gráfico se observan los datos que acumulan mayor proporción de variabilidad original (Manly, 2004).

### 3.4. Identificación del índice de potencialidad relativa (IPR)

La incorporación de este concepto por parte de los autores, refiere a la comparación del nivel de producción científica de un conjunto de entidades, identificándose los mejores resultados (representados en números positivos) y los resultados más desfavorables (representados en números negativos), así como aquellos con mayor aproximación a la media aritmética, a través de la cercanía al cero del total del grupo estudiado.

El IPR significa que los mejores resultados son representativos del grupo en cuestión, sin embargo, se consideran resultados relativos ya que no significa que haya suficiente nivel de competitividad con entornos diferentes o más amplios. Sin embargo, identifica posiciones de entidades particulares en cuanto a sus necesidades de crecimiento en producción científica, ya sea para buscar acercarse a la media aritmética del grupo o compararse con quienes obtuvieron los mejores indicadores.

### 3.5. Delimitación del estudio

Dada la coincidencia de datos localizados de acuerdo con los criterios evaluados y su nivel de comportamiento en producción científica, se consideró aplicar el modelo de ACP en universidades públicas estatales, las cuales además:

- a) Son las más representativas del fenómeno educativo en materia de enseñanza superior en México, tanto en cantidad como en distribución geográfica (33 universidades ubicadas en 31 de los 33 estados).
- b) Son entidades educativas que conducen sus propios programas académicos en creación, definición de planes, permanencia y promoción del personal académico y se distinguen por la admisión de un variado y gran número de estudiantes.

c) Se caracterizan por participar en la totalidad de las dimensiones y criterios que componen el catálogo que rige este trabajo de investigación.

## 4. Análisis de resultados

El análisis de resultados es presentado en dos conglomerados de hallazgos, el primero, al estudiar el panorama global de la producción científica en universidades mexicanas producto de los resultados identificados a través del observatorio *ECUM*; el segundo, producto de la aplicación del ACP exclusivamente en universidades públicas estatales.

La mayoría de los docentes en las universidades fueron contratados para enseñar, pero en los últimos tiempos ha adquirido más relevancia el perfil investigador

### 4.1. Panorama global de la producción científica en universidades mexicanas

Aunque el estudio se limita a aplicar el modelo de ACP en universidades públicas estatales mexicanas, se consideró pertinente presentar de forma sucinta el comportamiento general de las aproximadamente 2,400 entidades que comprende el *ECUM*, aglutinadas en los nueve grupos antes mencionados.

Debe considerarse que cada grupo observa distintos matices que los caracterizan, que van desde su contexto histórico, población que se atiende, estructura de sus modelos académicos, definición de objetivos estratégicos y papel de los docentes dentro de sus entornos laborales. El análisis de estas variables merece un estudio a mayor profundidad, justificado en la alta complejidad que observa el sistema educativo mexicano en el contexto de la educación superior (Mendoza-Rojas, 2009).

Específicamente, desde la perspectiva histórica, en el sistema educativo mexicano aparecen universidades fundadas desde tiempos de la Nueva España (como la *UNAM*), contra opciones educativas surgidas en décadas recientes representadas por las universidades tecnológicas, politécnicas e interculturales, cada una con propósitos diferentes, que no necesariamente priorizan la producción científica como parte de sus actividades (Romero-Muñoz, 2008).

Primero, se parte del hecho que la distribución por tipo de institución educativa según su frecuencia está acumulado

Tabla 1. Variables (criterios) identificados como componentes principales

Dimensión	Criterio
Procesos de generación de conocimiento	Publicación de artículos indizados
Calidad educativa de los académicos	Habilitación de académicos hacia la calidad educativa
Caracterización del impacto de la producción científica	Niveles de colaboración regional e institucional
Capacidad de innovación	Número de patentes aprobadas
Ámbitos para ejercicio profesional	Capacidad de trabajo colegiado (cuerpos académicos en consolidación)
Capacidad Institucional para la gestión de publicaciones científicas	Revistas científicas en el catálogo de <i>Conacyt</i>
Datos generales	Matrícula

Tabla 2. Resultados anuales de posiciones de competitividad en producción científica, 2007-2011

Universidades estatales	Publicación de artículos indizados	Mejora de la calidad educativa de los académicos	Niveles de colaboración institucional y regional	Patentes solicitadas	Capacidad de trabajo colaborativo	Revistas científicas en catálogo Conacyt	Estudiantes	IPR
<b>2007</b>								
<i>Univ. Aut. de Nuevo León</i>	177	158	201	6	36	0	66.400	2,232
<i>Univ. de Guadalajara</i>	201	417	199	0	80	2	74.265	2,199
<i>Univ. Aut. del Estado de Morelos</i>	165	82	181	0	26	0	11.470	1,902
<i>Benemerita Univ. Aut. de Puebla</i>	170	162	176	0	67	2	44.545	1,820
<i>Univ. Aut. de San Luis Potosí</i>	138	95	156	0	14	0	20.640	1,490
<i>Univ. Aut. del Carmen</i>	7	26	14	0	2	0	3.983	-0,853
<i>Univ. Aut. de Guerrero</i>	11	191	14	0	16	0	21.717	-0,853
<i>Univ. Aut. de Chiapas</i>	7	71	12	0	5	0	18.486	-0,886
<i>Univ. De Quintana Roo</i>	7	22	8	0	4	0	3.179	-0,952
<i>Univ. Aut. Benito Juárez de Oaxaca</i>	3	21	4	0	4	0	18.885	-1,018
<b>2008</b>								
<i>Univ. De Guadalajara</i>	285	416	271	0	80	2	77.316	2,771
<i>Univ. Aut. de Nuevo León</i>	236	61	252	6	36	0	68.940	2,503
<i>Univ. Aut. del Estado de México</i>	107	88	178	0	31	2	36.299	1,458
<i>Univ. Aut. del Estado de Morelos</i>	163	34	174	0	26	0	11.414	1,401
<i>Univ. Aut. de San Luis Potosí</i>	155	30	166	0	14	0	21.775	1,288
<i>Univ. Aut. del Estado de Hidalgo</i>	98	40	16	0	11	0	19.714	-0,830
<i>Univ. Aut. de Nayarit</i>	17	5	15	0	5	0	11.895	-0,844
<i>Univ. de Quintana Roo</i>	10	4	12	0	4	0	3.260	-0,887
<i>Univ. Aut. del Carmen</i>	10	26	11	0	2	0	4.066	-0,901
<i>Univ. Aut. Benito Juárez de Oaxaca</i>	4	4	4	0	4	0	18.698	-1,000
<b>2009</b>								
<i>Univ. de Guadalajara</i>	267	358	382	0	78	3	82.543	4,485
<i>Benemerita Univ. Aut. de Puebla</i>	234	161	168	0	73	2	50.088	1,392
<i>Univ. Aut. de Nuevo León</i>	260	155	354	7	37	0	71.650	1,298
<i>Univ. Veracruzana</i>	114	149	164	0	33	0	53.542	1,204
<i>Univ. Mich. de S. Nicolás de Hidalgo</i>	186	118	232	0	37	0	38.079	0,717
<i>Univ. Aut. de Baja California Sur</i>	12	26	35	0	6	0	4.805	-0,727
<i>Univ. Aut. de Campeche</i>	35	26	43	0	6	0	5.898	-0,727
<i>Univ. Aut. Benito Juárez de Oaxaca</i>	4	22	6	0	5	0	18.560	-0,789
<i>Univ. de Quintana Roo</i>	7	16	6	0	5	0	3.265	-0,884
<i>Univ. Aut. del Carmen</i>	7	11	11	0	3	0	4.248	-0,962
<b>2010</b>								
<i>Univ. Aut. de Nuevo León</i>	287	145	395	8	48	0	75.809	2,361
<i>Univ. de Guadalajara</i>	283	329	394	2	96	3	86.792	2,312
<i>Benemerita Univ. Aut. de Puebla</i>	230	172	134	0	77	2	53.295	1,663
<i>Univ. Aut. de San Luis Potosí</i>	213	66	283	0	25	0	23.468	1,455
<i>Univ. Aut. del Estado de Morelos</i>	191	71	230	0	31	0	12.311	1,185
<i>Univ. Aut. de Chiapas</i>	19	66	44	0	S.D.	0	20.550	-0,922
<i>Univ. Aut. de Ciudad Juárez</i>	19	54	45	0	23	0	21.116	-0,922
<i>Univ. Aut. Benito Juárez de Oaxaca</i>	13	20	16	0	4	0	16.949	-0,995
<i>Univ. de Quintana Roo</i>	12	16	12	0	6	0	3.432	-1,007
<i>Universidad Aut. del Carmen</i>	4	12	25	0	3	0	4.286	-1,105
<b>2011</b>								
<i>Univ. de Guadalajara</i>	329	344	473	3	99	3	92.451	4,143
<i>Benemerita Univ. Aut. de Puebla</i>	283	177	174	0	74	2	54.434	1,533
<i>Univ. Veracruzana</i>	154	172	255	0	54	0	58.944	1,454
<i>Univ. Aut. de Nuevo León</i>	326	159	439	9	55	0	79.246	1,251
<i>Univ. Aut. del Estado de México</i>	189	134	386	0	36	2	41.362	0,860
<i>Univ. Aut. de Campeche</i>	36	22	63	0	8	0	5.891	-0,891
<i>Univ. Aut. Benito Juárez de Oaxaca</i>	16	22	14	0	4	0	15.667	-0,891
<i>Univ. de Quintana Roo</i>	11	20	15	0	7	0	3.776	-0,922
<i>Univ. Aut. de Baja California Sur</i>	31	14	59	0	4	0	4.756	-1,016
<i>Univ. Aut. del Carmen</i>	20	13	29	0	4	0	4.511	-1,031

en las de carácter privado (81,87% del total), en tanto que el 21,93% del total son de carácter público, siendo las de menor frecuencia las universidades públicas federales, las cuales no alcanzan ni el 1%; bajo tal comparación, igualmente el número de docentes que participan por tipo de institución educativa, la mayoría trabaja en instituciones de educación privadas y la menor cantidad en universidades interculturales. El menor promedio de alumnos por docente sucede

en las instituciones de educación superior privadas (7,8) y el mayor, en los institutos tecnológicos estatales con 19,2 estudiantes por docente.

Los recursos y actividades académicas, económicas, sociales y específicamente los relacionados con la investigación pueden no tener dependencia con el número de matrícula o la cantidad de académicos. Ciertamente es que las cuestiones históricas y los propósitos estratégicos pudieran considerarse

Tabla 3. Posiciones generales del IPR, promedio de 2007-2011

Posición	Universidades estatales	2007-2011							
		Publicación de artículos indizados	Mejora de la calidad educativa de los académicos	Niveles de colaboración institucional y regional	Patentes solicitadas	Capacidad de trabajo colaborativo	Revistas científicas en catálogo Conacyt	Estudiantes	IPR
1	Univ. de Guadalajara	273	369,8	343,8	1	86,6	2,6	82.674	3,182
2	Univ. Aut. de Nuevo León	257,2	169	328,2	7,2	42,4	0	72.409	1,929
3	Benemerita Univ. Aut. de Puebla	217,8	174,2	153,4	3	71,6	2	49.577	1,395
4	Univ. Mich. de S. Nicolás de Hidalgo	172	128,4	195,6	0,4	36	0,4	37.545	0,898
5	Univ. Aut. del Estado de Morelos	182,6	87	217,8	0	28,2	0	12.082	0,869
6	Univ. Aut. de San Luis Potosí	182,6	92,6	229,8	0	18,4	0	22.454	0,792
7	Univ. de Guanajuato	168,8	124	184,8	5	18,6	0	16.060	0,780
8	Univ. Veracruzana	113,4	121	153,6	0	37,8	0	54.044	0,736
9	Univ. Aut. del Estado de Mexico	129,6	118,8	234,4	0	35,2	2	37.520	0,723
10	Univ. Aut. de Baja California	149,6	108,6	176,4	0	28,2	3,2	41.564	0,628
11	Univ. de Sonora	117,2	69,8	141,8	0	23,8	0	23.892	0,228
12	Univ. Aut. de Yucatan	106,8	80,6	147,4	3	25,2	1	12.465	0,146
13	Univ. de Colima	77,2	67,2	89	0,8	19	0	11.700	-0,061
14	Univ. Aut. de Sinaloa	61,6	68,8	69,2	0	23,6	0	48.407	-0,210
15	Univ. Aut. del Estado de Hidalgo	104,2	61,2	41	0	15	0	20.073	-0,233
16	Univ. Aut. de Zacatecas	51,8	67	66,4	0	22,8	0	17.733	-0,234
17	Univ. Aut. de Queretaro	89,8	51,8	102	0	18,4	0	16.024	-0,253
18	Univ. Aut. de Guerrero	32,6	110,8	36,4	0	18,2	0	22.984	-0,359
19	Univ. Aut. de Tamaulipas	49	40,8	67,8	1	14,2	0	39.826	-0,485
20	Univ. Juárez Aut. de Tabasco	34,2	50,6	46,8	1	17,6	1	26.498	-0,481
21	Univ. Aut. de Chihuahua	34,6	62,4	45,6	0	15	0	23.662	-0,513
22	Univ. Aut. de Aguascalientes	36,8	52,4	51	0	20,6	0	11.894	-0,522
23	Univ. Aut. de Ciudad Juárez	14,4	47,8	39,6	0	16,2	0	20.309	-0,525
24	Univ. Aut. de Chiapas	15,2	58,2	31	0	10,8	0	19.694	-0,580
25	Univ. Aut. de Nayarit	25,6	31,6	29,8	0	5,6	0	12.213	-0,638
26	Univ. Juárez del Estado de Durango	35,4	39,4	52	0	9,4	0	12.031	-0,655
27	Univ. Aut. de Tlaxcala	24,2	32	30	0	9,4	0	10.337	-0,692
28	Univ. Aut. de Coahuila	27,8	48,4	40	1	38,1	0	22.496	-0,715
29	Univ. Aut. de Campeche	29,6	27	42,8	0	9,2	0	5.740	-0,733
30	Univ. Aut. de Baja California Sur	18,2	27,6	39,2	0	5,4	0	4.900	-0,798
31	Univ. de Quintana Roo	9,4	13,8	10,6	0	5,2	0	3.383	-0,930
32	Univ. Aut. Benito Juarez de Oaxaca	8	16,6	8,8	0	4,6	0	17.592	-0,939
33	Univ. Aut. del Carmen	9,6	19	18	0	2,8	0	4.218	-0,971

más determinantes en la distribución y desarrollo de las actividades de los docentes. Aunque posteriormente se incluyan otras clases de indicadores cuantitativos, debe tomarse en cuenta las características contextuales que ahora permiten caracterizar el comportamiento en producción científica, incluso valorando el tiempo en que se incorpora la figura del docente como investigador (Bernáldez-Aguilar, 2005).

Algunos datos relacionados con la producción científica (2007-2011) por tipo de universidades se presentan enseguida:

a) Los dos tipos de universidades que ofrecen resultados representativos y sistemáticos son las universidades públicas federales y las universidades públicas estatales. En el caso de los tecnológicos públicos federales y otras universidades

públicas sus resultados son en gran medida poco representativos y nulos o esporádicos en los seis tipos restantes.

b) La producción de publicaciones de impacto (indizadas en la WoS) está dominada por las universidades públicas federales, con una media por institución de 517,4 artículos con un crecimiento longitudinal del 25,46%, seguidas por las universidades públicas estatales con una media de 84,4 artículos por institución y un crecimiento del 42%. Las IES incluidas ubicadas en otras universidades públicas sólo lograron 5,2 artículos promedio por institución, y los tecnológicos públicos federales sólo 2 artículos por institución.

c) En cuando a la publicación de revistas arbitradas, las medias aritméticas fueron: publicaciones en Scopus 675,8 artículos (crecimiento del 58,78%) para universidades

públicas federales y 102,6 artículos (crecimiento del 53,19%) para universidades públicas estatales. Situación similar se registra en los índices de *Clase y Periódica*.

d) La creación de medios propios para la comunicación científica, al poseer revistas científicas en los catálogos del *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)* y *Latindex*, sólo las universidades públicas federales muestran indicadores sustanciales.

e) El reconocimiento de académicos como investigadores nacionales vuelve a mostrar mayor concentración en universidades públicas federales (661 miembros promedio por institución, con un crecimiento de 14,77%); las universidades públicas estatales observan una media por institución participante de 129,4, con un crecimiento porcentual de 33,97%.

Aunque no suficientemente representativos, se observa presencia en tecnológicos públicos federales y otras universidades públicas.

f) Para los programas de posgrados reconocidos por su calidad (acreditados por el *Programa nacional de posgrado de calidad o PNPC*), se mantiene el liderazgo de participación en universidades públicas federales (37,2 programas acreditados promedio por institución, con un crecimiento del 10%), seguidos de las universidades públicas estatales con una media por institución de 15,2 programas con un crecimiento del 35%.

La aplicabilidad del análisis de componentes principales en la evaluación de la producción científica depende de la identificación sistemática y uniforme de los datos

#### 4.2. Resultados de la aplicación del ACP en universidades públicas estatales

La información recolectada de las universidades públicas estatales, acordes a la matriz de dimensiones y criterios de evaluación de la producción científica, se analizaron usando ACP (por medio del software estadístico *Stata*), lo cual permitió reducir un conjunto de datos, encontrando las causas de la variabilidad sólo de 7 de los 18 criterios totales, los cuales fueron identificados como componentes principales

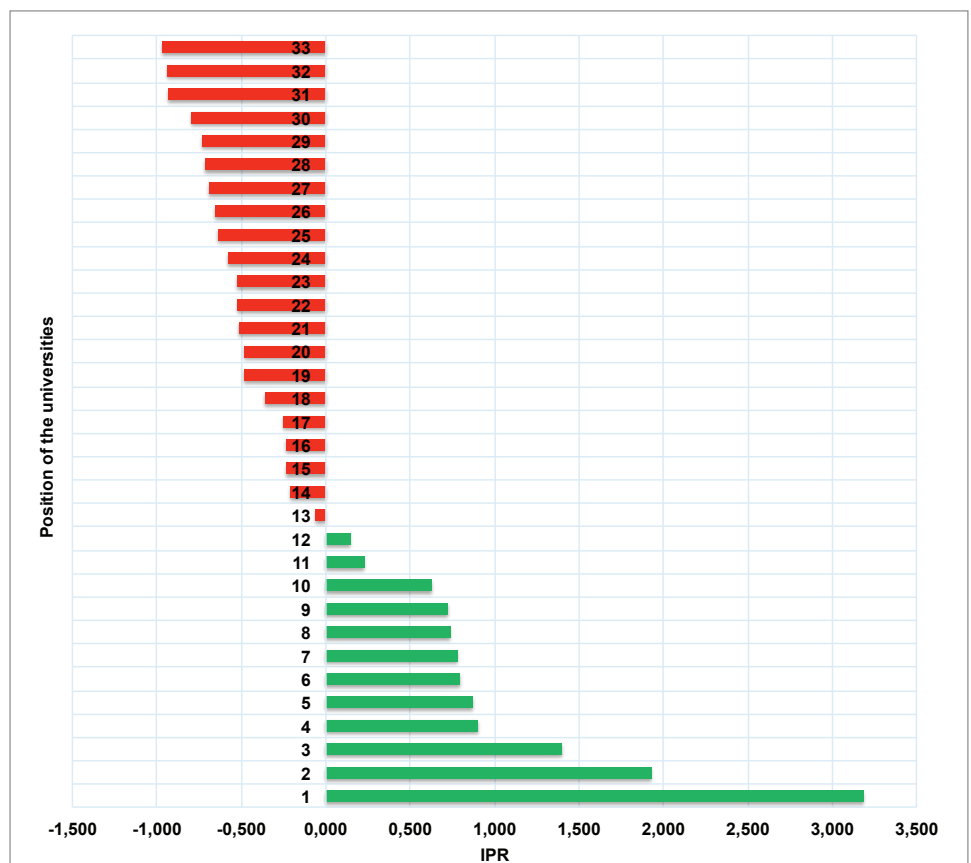


Figura 1. Distribución gráfica de las posiciones generales del IPR

(tabla 1). Cada criterio mostró relación de correspondencia con una de las 7 dimensiones que comprende la matriz de dimensiones y criterios.

Una vez identificados los componentes principales, el propio sistema integró tablas que ponderan la posición de las universidades evaluadas de acuerdo con sus componentes principales, una por año en el período de 2007-2011 y otra, que promedia los resultados generales del período antes mencionado. En el caso de los resultados obtenidos por cada año, los cuales se resumen en la tabla 2, presentan únicamente los comportamientos de las cinco universidades con indicadores más altos y las cinco más bajas, observándose que tales posiciones no son constantes, por lo que se infiere que las evaluaciones a corto plazo pueden ser más relativas que los resultados en análisis longitudinales.

La medición de la competitividad en la producción científica requiere el registro sistemático del comportamiento de las instituciones a través del tiempo y no de los hechos aislados

Aunque cada año *per se* arroja resultados importantes de posicionamiento de las universidades evaluadas, los resultados obtenidos ponderando las 33 universidades públicas estatales mexicanas (tabla 3), identifican la media general de las siete variables (criterios) durante el período evaluado

y la posición general obtenida en el IPR. Una interpretación general permite observar que la entidad más competitiva en producción científica es la *Universidad de Guadalajara* con un IPR de 3,182 y la de menor rango es la *Universidad del Carmen* (ubicada en la posición 33) con un IPR de -0,971.

El rango de IPR entre la entidad con mayores resultados y la de menores resultados es de un IPR de 4,153, mientras que para lograr llegar a la media del grupo evaluado, requiere de un IPR aproximado al 1. En tanto que para la *Universidad de Yucatán* (ubicada en la posición 12 y siendo la primera entidad por encima de la media aritmética del grupo), esta institución requiere aumentar su IPR en 3,036, lo que representa, que el mejor resultado del ranking institucional de este grupo de entidades está muy por encima del resto de las universidades participantes.

Según la posición obtenida en el IPR de las universidades públicas estatales evaluadas, representadas en la figura 1, se logra visualizar la distribución de posiciones, identificándose que 12 entidades se ubican por encima de la media (36,36%) y 21 por debajo de ésta (63,63%). También se observa la baja concentración de criterios evaluados con resultados negativos, además de la proporción en crecimiento que experimentan las universidades con resultados positivos (la numeración de la figura corresponde a la posición obtenida por cada universidad en la tabla 3).

La concentración de resultados que arroja el modelo de ACP, presentados en la figura 2, permitió observar la variabilidad en los IPR de cada año evaluado, así como de los resultados globales, posibilitando la identificación de niveles de constancia en el desarrollo de producción científica. Así por ejemplo, las universidades públicas estatales mexicanas que observaron mayores resultados mostraron alta variabilidad en cada año evaluado, en cambio, aquellas con menores resultados, mantienen un comportamiento de pasividad permanente, tendente a la baja.

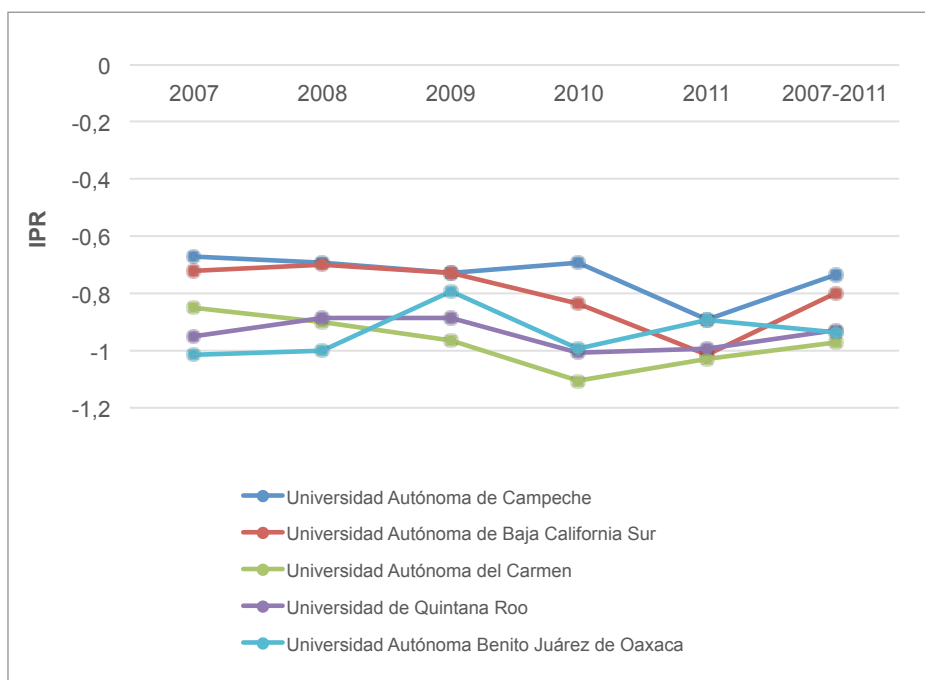
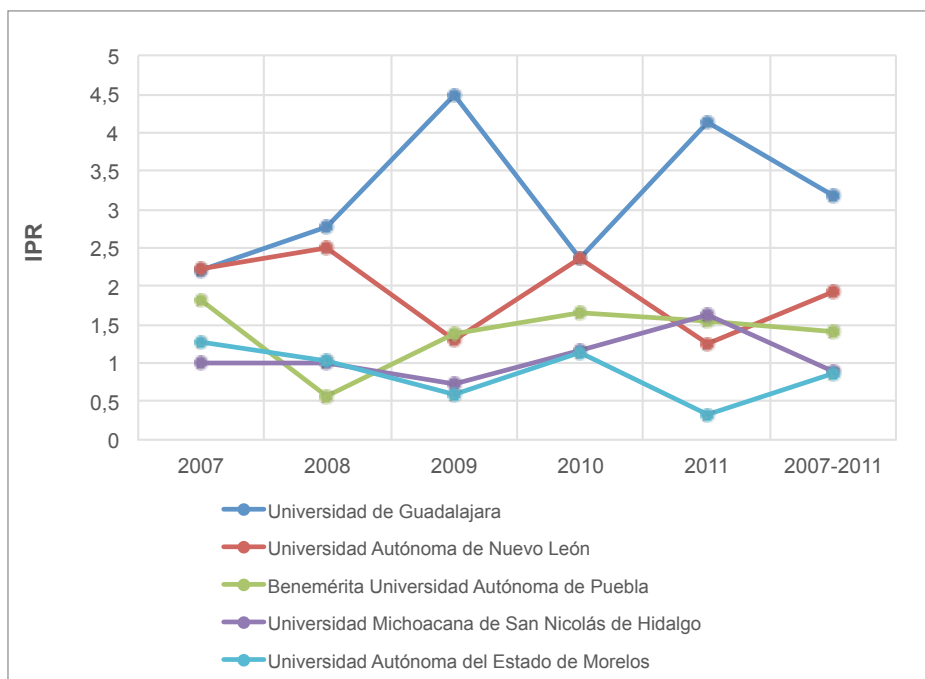


Figura 2. Comportamiento longitudinal del IPR de las entidades con mayores y menores resultados, 2007-2011

### 5. Conclusiones

Los resultados de este estudio permitieron demostrar la aplicabilidad del ACP (regularmente usado en economía y sociología) en la medición de la competitividad en producción científica de universidades, tanto en períodos cortos (un año) como largos (en esta ocasión cinco años), ofreciendo la ventaja de ser usado en cualquier tipo de institución educativa, sin importar las características de los criterios incluidos, siempre y cuando se cuenten con datos sistemáticos (en el caso de México, sólo en dos tipos de universidades era posible llevarlo a la práctica: las universidades públicas estatales y las universidades públicas federales).



El modelo de ACP ofrece la posibilidad de desarrollar estudios ampliados de evaluación de la producción científica según la disposición de datos de períodos posteriores, también facilita hacer comparaciones de diversos grupos de entidades y sus resultados permiten entender, verificar y corregir las acciones institucionales. Sus limitantes principales son: las relacionadas con la falta de disposición de información uniforme, y que se debe considerar que cuanto más corto es el período evaluado, menos contundentes son los datos obtenidos.

## 6. Bibliografía

**Bernáldez-Aguilar, María-José** (2005). *Autonomía y principios universitarios: Estudio jurídico para la defensa de la universidad pública de México* (tesis licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, 2005).

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/Tesis2009/2LicDerPub.pdf>

**Braga-Ferreira, Cintia; Malerbo, Maria-Bernadete; Silva, Márcia-Regina** (2003). "Errores en las referencias bibliográficas de la producción académica: un estudio de caso". *Scire: Representación y organización del conocimiento*, v. 9, n. 1, enero-junio, pp. 133-138.

<http://ibersid.eu/ojs/index.php/scire/article/view/1461>

**Bonzi, Susan** (1992). "Trends in research productivity among senior faculty". *Inf. process. & management*, v. 28, n. 1, pp. 111-120.

[http://dx.doi.org/10.1016/0306-4573\(92\)90097-J](http://dx.doi.org/10.1016/0306-4573(92)90097-J)

**Campos-Rosa, Joaquín** (2000). "La comunicación científica: ¿arte o ciencia?". *Ars pharmaceutica*, v. 41, n. 1, pp. 11-18.

<http://farmacia.ugr.es/ars/pdf/177.pdf>

**Gorbea-Portal, Salvador** (coord.) (2010). *Potencialidades de investigación y docencia iberoamericana en ciencias bibliotecológicas y de la información*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, 530 pp. ISBN: 978 607 02 0751 8

<http://132.248.242.6/~publica/conmutarl.php?arch=1&idx=229>

**González-Martín, Pilar; Díaz-de-Pascual, Amelia; Torres-Lezama, Enrique; Garnica-Olmos, Elsy** (1994). "Una aplicación del análisis de componentes principales en el área educativa". *Revista de economía*, v. 19, n. 9, pp. 55-72.

<ftp://iies.faces.ula.ve/Pdf/Revista9/Rev9Gonzalez.pdf>

**Lozares-Colina, Carlos; López-Roldán, Pedro** (1991). "El análisis de componentes principales: aplicación al análisis de datos secundarios". *Papers. Revista de sociología*, n. 37, pp. 31-63.

<http://www.raco.cat/index.php/Papers/article/download/25101/58447>

**Manjarin, Mercedes; Cutri, Adrián M.; Torres, Fernando A.; Noguerol, María E.; Ossorio, María F.; Durán, Pablo; Ferrero, Fernando** (2009). "Evaluación de la producción científica en una residencia de pediatría". *Archivos argentinos de pediatría*, v. 107, n. 1, pp. 26-29.

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752009000100006](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752009000100006)

**Manly, Bryan F. J.** (2004). *Multivariate statistical methods: A primer* (3<sup>rd</sup> ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press. ISBN: 978 1 58488 414 9

**Mendoza-Rojas, Javier** (2009). *Financiamiento de la educación superior y crisis económica: Avances y limitaciones en el presupuesto federal para las instituciones públicas de educación superior*. México, D. F.: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. ISBN: 978 607 451 014 0

**Modrego, Aurelia** (coord.) (2002). *Capital intelectual y producción científica*. Madrid, España: Comunidad de Madrid, Consejería de Educación, Dirección General de Investigación. ISBN: 84 451 2233 9

[http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/Libro\\_12completo.pdf](http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/Libro_12completo.pdf)

**Pla, Laura E.** (1986). *Análisis multivariado: Método de componentes principales*. Washington, D.C.: Organización de Estados Americanos, Secretaría General, Instituto Interamericano de Estadística. ISBN: 0827024517

**Romanos-de-Tiratel, Susana** (2009). "Estrategias de difusión del conocimiento en ciencias del hombre: el caso de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, proyecto Ubacyt F157 (Programación científica 2008-2010)". *Revista información, cultura y sociedad*, n. 20, pp. 91-110.

<http://www.scielo.org.ar/pdf/ics/n20/n20a06.pdf>

**Romero-Muñoz, José-Francisco** (2008). *Experiencias de vinculación universidad – sector productivo y social en la BUAP*. México, D.F.: Anuies. ISBN: 978 607 451 000 3

**Shults, Fred-Donald** (2005). *An empirical model for assessing academic research levels and capacities of colleges and universities* (doctoral dissertation, University of Tennessee, Knoxville).

[http://trace.tennessee.edu/utk\\_graddiss/2325](http://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/2325)

**Terrádez-Gurrea, Manuel** (2012). *Análisis de componentes principales*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

[http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes\\_principales.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf)

*Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Dirección General de Evaluación Institucional* (2011). *Estudio comparativo de universidades públicas mexicanas. Tercer reporte: desempeño en docencia, investigación y desarrollo tecnológico. Datos básicos 2009*. Año 2, Nov. ISBN: 978 607 02 3008 0

<http://www.dgei.unam.mx/cuaderno8.pdf>

*Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Dirección General de Evaluación Institucional* (2014). *Estudio comparativo de universidades públicas mexicanas*.

<http://www.ecum.unam.mx>

## Anexo

### Matriz de dimensiones y criterios

Dimensiones	Criterios	Definición
Procesos de generación de conocimiento	Publicación de artículos indizados	Contabiliza artículos indexados en las bases de datos <i>Web of Science (WoS)</i> que permiten el seguimiento de la producción científica. Identifican índices tales como el <i>Factor de impacto</i> .
	Publicación de artículos arbitrados	Son artículos registrados en el índice bibliográfico <i>Scopus</i> . Aplica los mismos procedimientos metodológicos que las bases <i>WoS</i> .
	Publicación de artículos de divulgación	Son artículos registrados en los índices bibliográficos en las bases de datos <i>Clase (Citas latinoamericanas en ciencias sociales y humanidades)</i> y <i>Periódica</i> (Índice de revistas latinoamericanas en ciencias). Ambas son producidas por el <i>Departamento de Bibliografía Latinoamericana</i> en la <i>Subdirección de Servicios Especializados</i> de la <i>Dirección General de Bibliotecas (DGB)</i> de la <i>UNAM</i> .
Calidad educativa de los académicos	Habilitación de académicos con grado preferente	Presenta información del total de personal docente que atiende la modalidad escolar, según el nivel de estudios (siendo grado preferente nivel de doctorado) y tiempo de dedicación. Se excluyen aquellos que sólo se dedican a la investigación.
	Académicos con reconocimiento nacional (por nivel)	Número de académicos que participan en el <i>Sistema nacional de investigadores (SNI)</i> , donde se reconoce la labor de los académicos dedicados a producir conocimiento científico y tecnológico.
	Habilitación de académicos hacia la calidad educativa	Se evalúa a través de <i>Programa para el desarrollo profesional docente (Prodep)</i> la participación relevante de los académicos, a fin de identificar aquellos que han mejorado su perfil profesional. Aplica a académicos de tiempo completo únicamente.
Caracterización del impacto de la producción científica	Autoría principal	Frecuencias de aparición de docentes como autores de artículos científicos como primera posición. Identifica la autoría única o múltiple.
	Número de citas	Comprende el número de citas a los artículos en que participa al menos una institución mexicana durante el año de puesta en circulación y hasta dos años posteriores.
	Niveles de colaboración regional e institucional	Número de artículos que incluyen al menos un autor adscrito a una institución mexicana e identifica el origen de las instituciones de adscripción de los autores, es decir, instituciones mexicanas y extranjeras.
Capacidad de innovación	Número de patentes solicitadas	Tiene como objetivo proporcionar datos relacionados con la dinámica de las actividades de invención a través del seguimiento del registro de las patentes solicitadas y otorgadas ante el <i>Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)</i> por parte del sector de investigación (universidades, institutos y centros de investigación nacionales).
	Número de patentes aprobadas	
Ámbitos para ejercicio profesional	Capacidad de trabajo colegiado	Se evalúan los cuerpos académicos reconocidos por <i>Prodep</i> , distinguiéndose tres grados: en proceso de formación; en proceso de consolidación y consolidados. Se considera el grado de habilitación del personal académico, su participación en redes nacionales e internacionales, etc.
	Tipo de contratación laboral	Presenta información del total de personal docente que atiende la modalidad escolar según el tiempo de dedicación (tiempo completo, medio tiempo y por horas sueltas). Se excluyen aquellos que sólo se dedican a la investigación.
	Nivel de calidad de los programas académicos	Este rubro concentra información relativa a los programas de educación superior evaluados por los <i>Comités interinstitucionales para la evaluación de la educación superior (Ciees)</i> . Los <i>Ciees</i> son nueve cuerpos colegiados, integrados por pares académicos de las instituciones de educación superior de todo el país. Su misión es evaluar las funciones y los programas académicos que se imparten en las instituciones educativas que lo solicitan y formular recomendaciones puntuales para su mejoramiento.
	Acreditación de los programas académicos	Incluye información sobre el número total de programas [técnico superior universitario (TSU) y licenciatura] existentes en las instituciones, así como el número de ellos que han sido acreditados por las agencias reconocidas por el <i>Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (Copaes)</i> .
	Evaluación de los niveles de calidad académica	Presenta datos sobre el número de posgrados consolidados (nacionales e internacionales) y el total de posgrados de las universidades e instituciones que por su relevancia se identificaron en el estudio, pertenecientes al <i>Programa nacional de posgrados de calidad (PNPC) SEP-Conacyt</i> , que tiene como propósito fomentar la mejora continua y el aseguramiento de la calidad de los programas de posgrado, reconociendo a los que cuentan con núcleos académicos básicos, altas tasas de graduación, infraestructura necesaria y alta productividad científica o tecnológica.
Capacidad institucional para la gestión de publicaciones científicas	Revistas científicas en <i>Latindex</i>	Identifica el número de revistas con las que cuentan las universidades que se encuentran registradas en el <i>Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex)</i> .
	Revistas científicas en el catálogo de <i>Conacyt</i>	Presenta información del número de revistas que se encuentran registradas en el Índice de revistas de investigación científica y tecnológica del <i>Conacyt</i> , organismo que las incluye como reconocimiento a su calidad y excelencia editorial.
Datos Generales	Matrícula de estudiantes	Poblaciones estudiantiles en todos los niveles académicos que la institución ofrece.
	Académicos	Profesores, profesores-investigadores y profesores que mantienen una relación laboral de tiempo completo, medio tiempo y horas-clase sueltas.