

¿DÓNDE ESTÁ HIDALGO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA?

Abdiel Ramírez Reyes, Yeimi Gpe. López Silverio, José Roberto Contreras Bárbara, Blanca Eva González Monroy, Keops X. García Galván, Alberto Aristeo Domínguez, Hannia J. López Ángeles

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Atitalaquia.

RESUMEN

Para que exista un crecimiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología, se requiere de fortalecer todas las capacidades científicas en una sociedad. Es necesario que existan estudios diagnósticos sobre el estado actual de la ciencia y tecnología en nuestro país, para poder establecer políticas científicas adecuadas que favorezcan el crecimiento y desarrollo de la ciencia y tecnología. En este sentido, existen indicadores basados en estudios bibliométricos que son empleados como única fuente de información para la toma de decisiones políticas y de financiamiento a la ciencia y tecnología en México. Bajo el contexto anterior, este trabajo se enfocó en hacer un estudio diagnóstico del desarrollo científico y tecnológico en el estado de Hidalgo, que es una región con altos contrastes económicos y sociales. Se emplea una metodología con un enfoque cualitativo y cuantitativo, que consta de las siguientes etapas: i) análisis de contenido referentes a temas de desarrollo científico estatal (CITNOVA), ii) análisis bibliométricos de artículos científicos pertenecientes a la base de datos Web of Science del periodo 2013-2017, iii) análisis de la base de datos del Atlas de la Ciencia, iv) posgrados con reconocidos por el Conacyt, v) investigadores pertenecientes al SNI y vi) instituciones con registro en el Reniecyt. Nuestros principales resultados tienen el potencial de definir las estrategias más idóneas en referencia a la política en ciencia y tecnología en el estado de Hidalgo, por lo que es importante dar a conocer este trabajo a los actores sociales que llevan a cabo dichas políticas, por ejemplo Gobierno Estatal, Conacyt, Citnova e instituciones estatales que desarrollan ciencia y tecnología.

INTRODUCCIÓN

¿Dónde está el Estado de Hidalgo en Ciencia y Tecnología? Esta simple pregunta refleja el mucho sobre el progreso que puede tener dicho el Estado de Hidalgo; la experiencia de países avanzados que cuentan con los mayores índices de bienestar social y económico, muestran que su progreso es proporcional a la inversión que han hecho en educación, ciencia, tecnología e innovación. Esto nos dice que si queremos mejorar social y económicamente, debemos fomentar el desarrollo educativo, científico, tecnológico y de innovación [1]. México está constituido por 32 entidades federativas, cada una de ellas con situaciones particulares y muy contrastantes entre sí, en las que es necesario conocer la situación actual que presentan la ciencia, la tecnología en cada una de estas entidades federativas. Conocer las circunstancias particulares en ciencia y tecnología de un estado es un primer paso para poder apoyar a los gobiernos estatales en instrumentar estrategias a corto, mediano y largo plazo, que permitan combatir el rezago social mediante la aplicación del conocimiento. Un estudio diagnóstico de esta naturaleza también permite conocer las fortalezas y logros de la sociedad estudiada, que en este caso se enfoca únicamente para el Estado de Hidalgo. En general, un estudio diagnóstico de ciencia y tecnología está dirigido principalmente a los tomadores de decisiones, con la finalidad de comparar con otros estudios de naturaleza social y así facilitar una visión integral de la sociedad bajo estudio, pero también permiten incrementar la conciencia social en esta materia, partiendo siempre de la premisa del compromiso social de la ciencia, ya que el conocimiento pierde parte de su valor si no se logra su utilización y/o aplicación para mejorar las condiciones sociales y el desarrollo de un estado y el resto del país [1,2].

El desarrollo en ciencia, tecnología e innovación requiere de estrategias a mediano y largo plazo, por lo que estos diagnósticos deben ser conocidos por las secretarías estatales de ciencia y tecnología, gobernadores y actores sociales directamente relacionados con la ciencia, tecnología e innovación. El objetivo de este estudio es el contribuir en la construcción de un futuro más promisorio para el Estado de Hidalgo y por lo tanto de México. En México existe la Ley de Ciencia y Tecnología, que identifica al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) como cabeza del sector de ciencia y tecnología en México [3], sin embargo, en lo que se refiere a las entidades federativas, la mayoría cuentan con una secretaría de Ciencia y Tecnología, en el caso del estado de Hidalgo CITNOVA (Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo). Todas estas instituciones

actúan y planean conforme el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI). En este trabajo es que analizamos las principales variables que influyen en el desarrollo de la ciencia y tecnología en Hidalgo, como por ejemplo la inversión económica, principales instituciones desarrolladoras de Ciencia y Tecnología, investigadores en el SNI, datos bibliométricos (publicaciones en el *Web of Science*) y posgrados con reconocimiento en el PNPC.

TEORÍA

Para que exista un desarrollo de la ciencia, requiere del fortalecimiento de todas las capacidades científicas. Existiendo indicadores basados en estudios bibliométricos que son empleados frecuentemente como única fuente de información para la toma de decisiones del financiamiento a la investigación científica en México [1,2]. Para ello debe emplearse una metodología con un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo), que consiste simultáneamente en análisis de contenido sobre los temas involucrados en el desarrollo científico a nivel local y estatal que incluye datos de programas de posgrados en el PNPC (Programa Nacional de Posgrados de Calidad), investigadores en el SNI (Sistema Nacional de Investigadores), inversión en el conocimiento GIDE (Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental), solicitudes de invenciones ante el IMPI y un análisis bibliométrico que considera todos los documentos científicos publicados en revistas indexadas en *Web of Science* durante los últimos 5 años.

La evaluación de la ciencia es en general un proceso complejo y se ha considerado por algunos organismos internacionales como la, OCDE, UNESCO y el BID como un balance costo-beneficio o inversión-resultado. La inversión que se aplica en ciencia, al ser tangible, se puede mediar a través de indicadores económicos, como resultados económicos, gastos erogados y recursos humanos disponibles. En contraste los resultados de la ciencia al ser intangibles y multidimensionales son prácticamente imposibles de medir con indicadores económicos. Por lo que se requiere la normalización de estadísticas y construcción de indicadores especializados que a su vez sean válidos y comparables internacionalmente [1].

Considerando los criterios internacionales sobre evaluación de la ciencia y la tecnología de México respecto al panorama mundial, se puede mencionar que el nivel de gasto en este rubro es menor al 1% del producto interno bruto (PIB), [3]. México se encuentra entre los países con menor número de investigadores en ciencia y tecnología, la producción de literatura científica de México es escasa y el número de patentes solicitadas al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) es bajo respecto a otros países emergentes. Los indicadores de ciencia y tecnología son entonces de gran utilidad en el desarrollo de políticas de investigación, la información que estos proporciona permite realizar una asignación correcta de los recursos, otorga financiación, tomar decisiones en la gestión de grupos y proyectos, y mediante la determinación de capacidades y la identificación de debilidades, orientar mejor a la investigación [1-3].

Existen varios antecedentes para este trabajo, Ruy Pérez Tamayo enlistó las necesidades más apremiantes que el país necesita para formar una sólida comunidad científica fueron enlistadas, Al comienzo de la historia en los años 20 surgieron cambios importantes en el panorama general de la ciencia en México. El nivel en el que se encontraba desarrollada la ciencia en México se publicaba por nexos en los que se expuso su lamentable subdesarrollo, el cual era manifestado por sus escasos de equipo y su gran dificultad de mantenimiento, la ideología secundaria fue la participación de los científicos en la docencia y otras actividades importantes para la sociedad. El 23 de diciembre de 1970 el presidente Echeverría creó por decreto el Conacyt, siguiendo la recomendación del Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC). El Conacyt nació plagado de defectos congénitos y su impacto inicial en la ciencia mexicana fue negativo hasta que en mayo de 1973 se abrió la comunidad de los investigadores [5].

A partir de esa fecha el país comenzó a interesarse por la actividad científica. En 1991 a 2008 se realizaron cuatro encuestas nacionales sobre varios aspectos de la vida académica con la intención de comparar la situación con otros países (Pinto et al., 2012). En el año de 2007 se evaluaron aspectos como la edad del investigador, género, país en el que generó su doctorado y el efecto de colaboradores en la productividad científica.

Algunos de los aspectos que se toman en cuenta son que en ninguno de estos estudios se han encontrado son completos o actualizados, hay escasos estudios regionales por ejemplo en [6] y el Estado de Hidalgo hay una escasez de trabajo en el análisis de la producción científica que incluye

diferentes estructuras institucionales como centros de investigación o universidades en los diferentes subsistemas de la educación superior.

La investigación científica y la educación superior en México. Las instituciones de educación superior están clasificadas por la SEP en 10 subsistemas públicos y un subsistema privado. El Conacyt, para apoyar económicamente la actividad de investigación creó en 1985 en SNI. En SNI está dividido en 7 áreas del conocimiento; 1) fisicomatemáticas y ciencias de la tierra, 2) biología y química, 3) medicina y ciencias de la salud, 4) humanidades y ciencias de la conducta, 5) ciencias sociales, 6) biotecnología y ciencias agropecuarias, 7) ingenierías. Desde 2007 el PNPC considera las buenas prácticas internacionales en la materia con una metodología de carácter cuantitativo y cualitativo, valorando el cumplimiento de los estándares de pertinencia y calidad. El programa se encuentra dividido en 4 niveles (reciente creación, en desarrollo, consolidado y competencia internacional) [7]. Como justificación para este trabajo, los estudios existentes que refieren el estado de la investigación científica en México indican el número de recursos humanos especializados y el gasto invertido para ciencia son bajos en nuestro país comparado con otros países desarrollados y en vías de desarrollo. El enfoque está hecho en el Estado de Hidalgo ofreciendo un escenario poco común y muy particular en México. Ante este panorama surge la presente investigación que busca caracterizar el estado de la investigación científica en Hidalgo, donde implica el conocimiento del desarrollo histórico de la región desde una visión socio-cultural y conocer la perspectiva de los actores sociales que generan dicho conocimiento.

El objetivo general de este trabajo es presentar un diagnóstico sobre el estado de la ciencia en el Estado de Hidalgo. De manera particular: 1) Describir el contexto del desarrollo histórico, social, político y económico del Edo. de Hidalgo. 2) Describir los principales rubros que impactan el desarrollo de la ciencia en el Edo. de Hidalgo. 3) Comparar los indicadores científicos del Edo. de Hidalgo con el resto del país. 4) Determinar las características del desarrollo científico en el Edo. de Hidalgo. 5) Identificar las áreas de oportunidad para el desarrollo de la ciencia en el Edo. de Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología para esta investigación tiene un enfoque cuantitativo (Proceso secuencial, deductivo, probatorio. Analiza la realidad objetiva, mide fenómenos, usa estadística, prueba hipótesis, analiza causa-efecto), un enfoque cualitativo (Proceso inductivo, recurrente, analiza múltiples realidades subjetivas, no tiene secuencia lineal. Explora fenómenos a profundidad, se conduce básicamente en ambientes naturales, no se fundamenta la estadística) así como un enfoque mixto (Combinación del enfoque cuantitativo y cualitativo) [8].

Entonces fue que se realizó un Análisis de contenido de documentos que muestran el desarrollo de la investigación científica. En la primera parte se abarcó un marco de referencia indispensable que permitió contextualizar la región geográfica donde se desarrolla el estudio y las circunstancias que están asociadas respecto al desarrollo científico desde una perspectiva socio-cultural, académica y económica. Se consultaron documentos impresos y electrónicos como bases de datos nacionales e internacionales, libros, reportes, informes manuales, leyes, páginas electrónicas de las instituciones de educación superior y centro de investigación, padrones de beneficiarios de CONACYT. Posteriormente se realizó un Análisis bibliométrico de la producción científica del Edo. Hidalgo, donde se analizó la medición de los productos de la investigación científica en la región de estudio se realizó empleando un análisis de las publicaciones, es decir bibliometría. Se diseñó y construyó una base de datos bibliométricos acorde a las necesidades de la presente investigación. El análisis se basó en los registros obtenidos de la base de datos multidisciplinaria *Web of Science* en su portal de internet, donde se recopila a miles de revistas académicas, libros, informes y conferencias entre muchas otras fuentes. *Web of Science* fue creada en 1964 y actualmente es propiedad de *Thomson Reuters*, cubre información actual y retrospectiva en ciencias, ciencias sociales, artes y humanidades a través de la información de su colección principal integrado por los siguientes índices; SCI, SSCI, AHCI, CPCI-SSEH, JCR, donde la calidad de las revistas es evaluada por las citas recibidas, en un periodo de tiempo por publicación.

El tratamiento de los registros bibliográficos fue realizado con la paquetería de Microsoft Office para procesar y reestructurar la información recopilada.

RESULTADOS

La situación histórico-social y económica del Edo. de Hidalgo. La situación histórico-social y económica del estado de Hidalgo. El estado de Hidalgo está situado en la región central de México. El estado representa el 1.1 % de la superficie del país. Colinda al norte con los estados de México y Tlaxcala; al este con el estado de Puebla y al Oeste con el estado de Querétaro (Fig. 1). Existe una gran amplia variedad de vegetación por los diferentes climas y altitudes que se presentan en la entidad. Predominan los bosques húmedos de montaña y los bosques de coníferas y encinos, seguidos de pastizales y matorrales. Las selvas perennifolias se sitúan principalmente al norte y noreste. También existen pastizales cuya distribución se concentra en el centro y de manera más dispersa en el occidente y en el sur. De la superficie estatal, 47% se dedica a la actividad agrícola.



Fig. 1. Estado de Hidalgo, México.

Durante el arribo de los españoles, se abrió una etapa histórica decisiva en la evolución del Estado. Un nuevo orden político y una nueva religión se impusieron. La economía se organizó sobre la base de la encomienda y la explotación minera. En el año de 1537, el valle del mezquital se pobló de ovejas, y se comenzó con la cría de cerdos que fue de gran importancia para la altiplanicie pulquera. El 1550, la altiplanicie pulquera tomó su gran fama hasta que hasta la fecha conserva, con la comercialización del jugo de maguey ampliamente conocido como pulque, tal como puede encontrarse en [5].

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI). La consolidación de la investigación científica en la región de estudio se realiza principalmente por la incorporación de los recursos humanos existentes al SNI, o bien por la contratación de nuevos investigadores que ya pertenecen o cuentan con el perfil para pertenecer al SNI. En el estado de Hidalgo, hasta el 2017, existen 382 investigadores que pertenecen al SNI. El nivel que en general tienen los SNIs en el Edo. de Hidalgo está dominado por el nivel uno, cabe destacar que no hay investigadores eméritos y solamente uno con nivel tres. Ver Fig. 2.



Fig. 2. Nivel de los SNIs en el Edo. de Hidalgo. Información recuperada, seleccionada de [7].

La Fig. 3 muestra la distribución de investigadores en el SNI de acuerdo al área de investigación en el estado de Hidalgo.

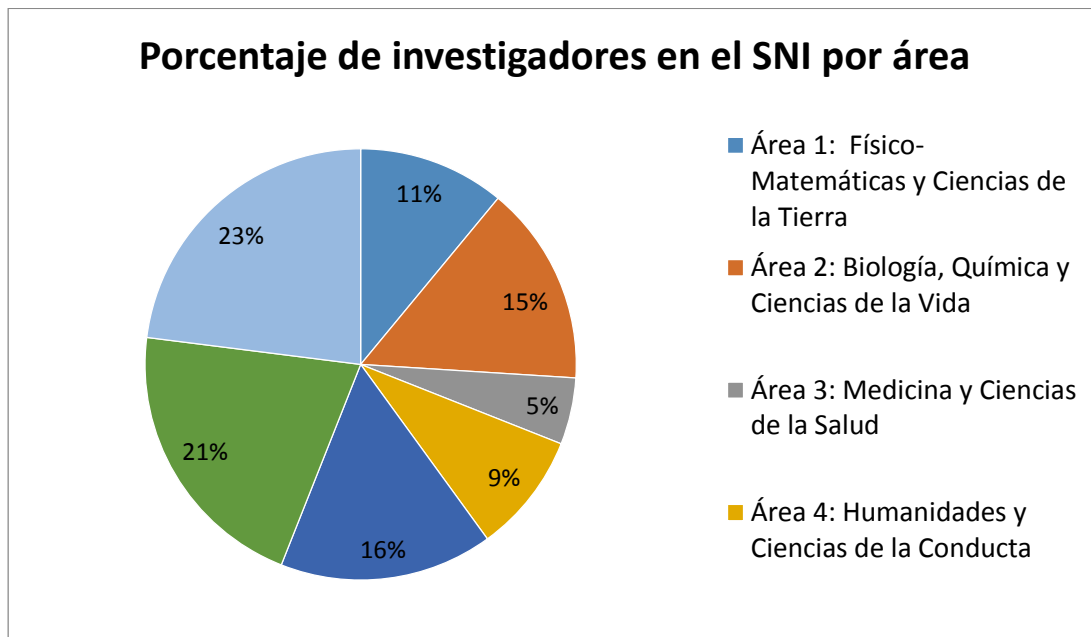


Fig. 3. Distribución por área de SNI en el Estado de Hidalgo. Información recuperada y seleccionada de [7].

La institución que posee más investigadores en el SNI es la Universidad autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), con un total de 299 investigadores, tal como se puede observar en la Fig. 4.

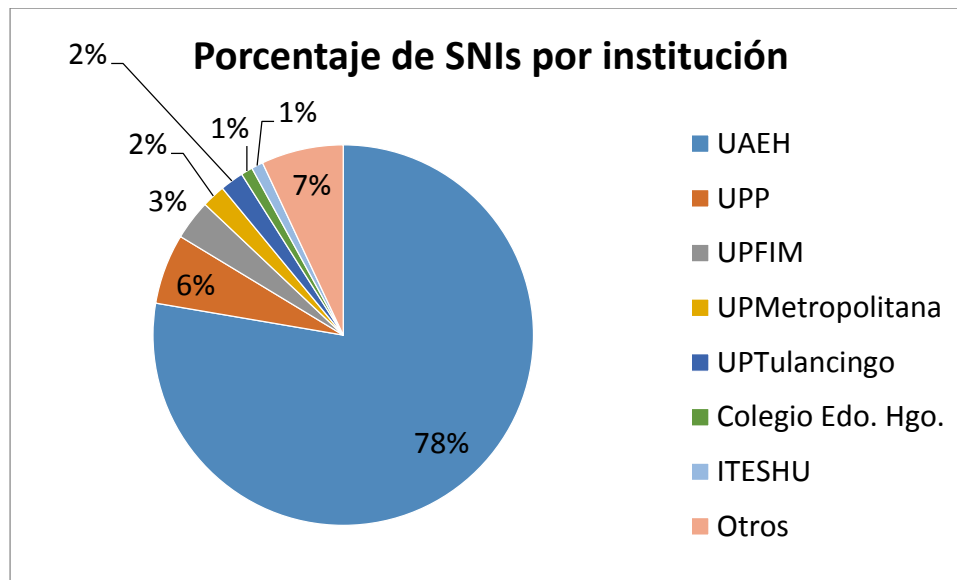


Fig. 4. Distribución por área de SNI en el Estado de Hidalgo. Información recuperada y seleccionada de [7].

La Fig. 5 muestra la distribución por género de los SNIs en el Edo. de Hidalgo. Es importante resaltar que la equidad en género es los investigadores no está equilibrada.



Fig. 5. Clasificación por género de los SNIs en el Estado de Hidalgo. Información recuperada y seleccionada de [7].

Programa Nacional de Posgrados de Calidad. El programa nacional de posgrados de calidad (PNCP) forma parte de la política pública de fomento a la calidad del posgrado nacional que el Conacyt y la subsecretaría de educación superior de la SEP han impulsado desde 1991. (Fig. 6). Actualmente hay 36 programas de posgrado, de los cuales 26 están en la UAEH.

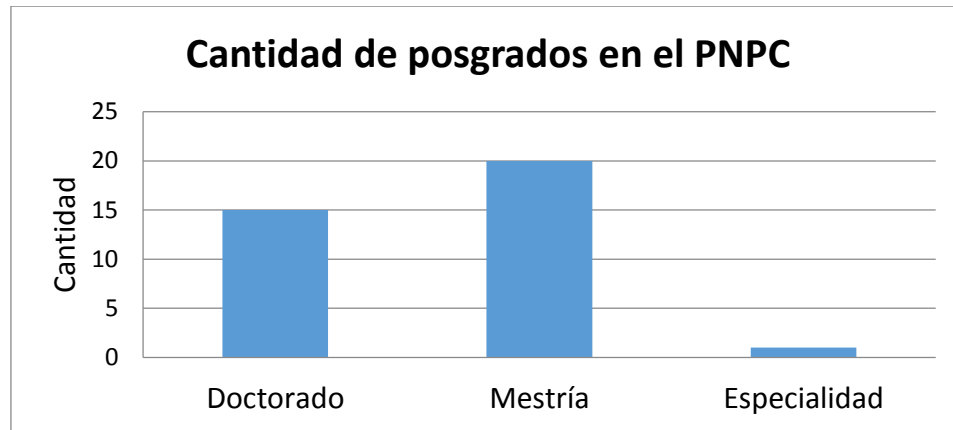


Fig. 6. Cantidad de posgrados en el PNPC en el Edo. de Hidalgo. Información recuperada y seleccionada de [4].

Instituciones y empresas en el Reniecyt. El Reniecyt es la plataforma informática y base de datos que contiene la información de los sujetos de apoyo de los diversos fondos del Conacyt [3]. El Registro no sirve únicamente como un índice identificador, sino más aún, permite conocer el historial de apoyos, y la trazabilidad del comportamiento dentro de Conacyt de las entidades, empresas e instituciones que aplican en las convocatorias del Consejo. Reniecyt constituye una base de datos sobre las empresas, instituciones y personas inscritas, esta se publica (con las reservas de la información identificada como confidencial) en el Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica. Para el Edo. de Hidalgo se tiene que de un total de 985 empresas registradas, solo el 5% son instituciones de educación superior, ver Fig. 7.

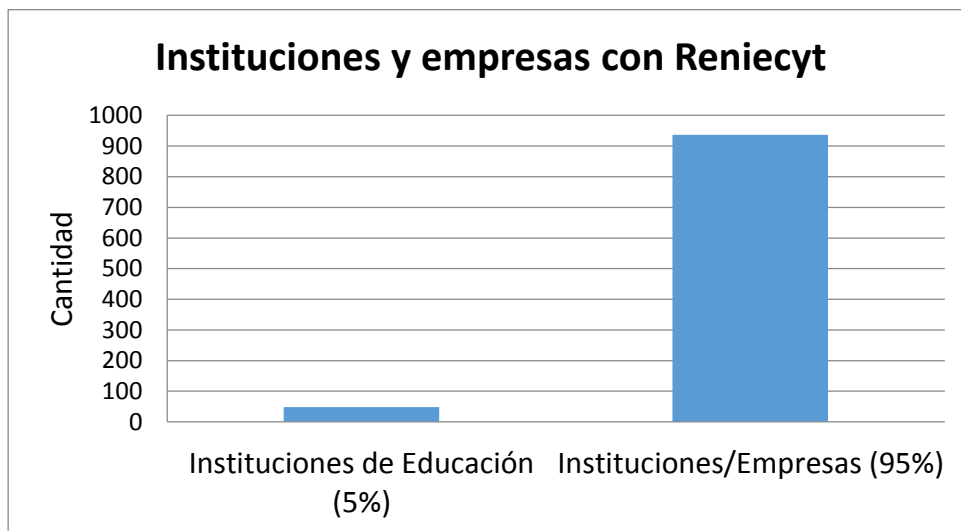


Fig. 7. Empresas e Instituciones en el Reniecyt en el Estado de Hidalgo. Información recuperada y seleccionada de [3].

Registro de Invenciones ante el IMPI. El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) registro, para el Edo. de Hidalgo las solicitudes que se muestran en la Fig. 8.

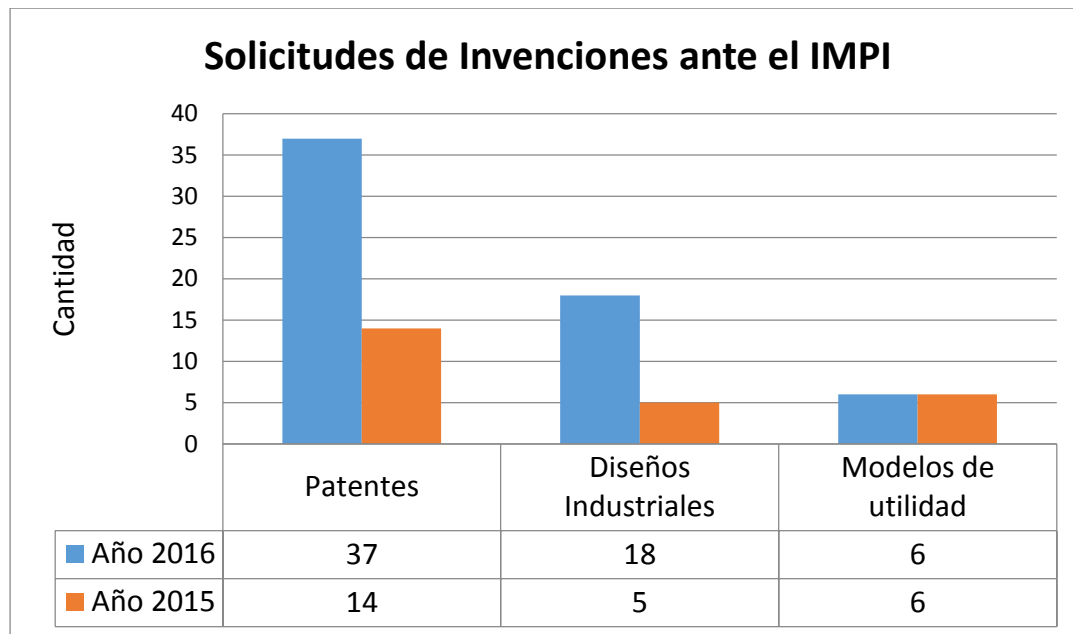


Fig. 8. Solicitudes de invenciones en el Edo. de Hidalgo para el año 2015 y 2016. Información recuperada y seleccionada de [10].

Consejo estatal de ciencia y tecnología de Hidalgo o CITNOVA. El consejo de Ciencia y Tecnología e Innovación de Hidalgo (CITNOVA), tiene como objetivo desarrollar una sociedad del conocimiento e impulsar la ciencia en beneficio de los hidalguenses [11]. Durante el 2016 se generaron una serie de actividades y proyectos con los que han logrado dar mayor impulso en los ámbitos científico, tecnológico y de innovación. Fue creado para fomentar y fortalecer las actividades de investigación en la entidad, según su página web: <http://citnova.hidalgo.gob.mx/>.

Fondo institucional de fomento regional para el desarrollo científico, tecnológico de innovación (FORDECYT). Es un programa de CONACYT que busca coadyuvar al desarrollo económico y social de las regiones del país mediante el financiamiento a propuestas de investigación, desarrollo e innovación tecnológica de alto impacto potencial que aporten soluciones a los problemas y necesidades que limitan el desarrollo o que generen oportunidades de mejora. En el caso del Edo. de Hidalgo, solo se encontró registro del proyecto "Desarrollo de un centro interinstitucional para contribuir al fortalecimiento de las empresas de la industria automotriz de la Región Sur-Oriente." El objetivo del proyecto es integrar y desarrollar las capacidades tecnológicas de la región Sur Oriente para contribuir al fortalecimiento de las empresas proveedoras de la industria automotriz, sentando las bases para la constitución de un clúster automotriz al corto plazo [11].

Instituciones de Estado de Hidalgo con producción científica en *Web of Science*. Es de suma importancia identificar las instituciones que se involucran en la producción científica de la región de estudio. Se considera un análisis bibliométricos de las instituciones que realizan actividades de investigación en particular la publicación de artículos indexados en web of Science de 2013 a 2017. La ecuación de búsqueda utilizada en la *Web of Science* [12] fue: $CU=Mexico$ AND $AD=Hidalgo$ AND $PY=2014-2017$ AND $PS=Hidalgo$, donde $AD=Hidalgo$ (busca registros en los que Hidalgo aparezca en el campo Dirección), $CU=Mexico$ (busca registros en los que aparece este país en el campo Direcciones), $PS=Provincia/Estado$ (busca provincias y estados en el campo Direcciones de un registro) y $PY=2014-2017$ (busca registros de artículos que aparecen en el periodo 2014-2017). Los resultados fueron los mostrados en la Fig. 9.

Fig. 9. Producción científica en el Edo. de Hidalgo para el periodo 2013-2017 según la *Web of Science*.



CONCLUSIONES

El estudio presentado muestra que en los últimos 5 años (2013-2017) muestra tendencias en general crecientes, aunque a una tasa menor de lo que la sociedad demanda. La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo es la institución que acapara a la mayoría de los investigadores en el SNI, la mayoría de los posgrados en el PNPIC, la mayoría de solicitudes de propiedad intelectual y quien mayor recursos económicos ejerce en Ciencia y Tecnología. Después de esta universidad, apenas sobresalen en el estado instituciones como la UPP y la UPFIM. De todas las instituciones y empresas registradas en el Reniecyt, tan solo el 5% son instituciones públicas, lo que sugiere que realmente el resto tiene una mínima contribución a la Ciencia y Tecnología. En lo que respecta a la investigación científica documentada en la *Web of Science*, nuevamente es líder la UAEH. En el periodo de análisis se publicaron 800 artículos reconocidos por esta base de datos, con un promedio de 2.4 citas por trabajo y un índice h para todo el estado de 18. Existe poca información actualizada respecto a los fondos mixtos y proyectos PEI, lo que sugiere un mínimo avance en estas direcciones. Los resultados anteriores sugieren un compromiso casi nulo de todos los actores sociales involucrados en Ciencia y Tecnología; poco apoyo institucional, de gobierno, poca vinculación entre academia y demás sectores sociales, falta de infraestructura y recursos humanos orientados a la ciencia, tecnología e innovación.

A manera de recomendaciones, sugerimos que es necesario identificar causas de porque hay tanta diferencia entre el desarrollo de la UAEH y el resto de las entidades académicas en el Edo. de Hidalgo. Diseñar un plan que involucre al gobierno y demás actores sociales más allá del discurso, para que las instituciones de nivel superior formen cuerpos de investigación que atienda problemas sociales, problemas de ciencia básica, desarrollen tecnologías pertinentes para el estado y se posicione al estado a nivel nacional. En el sector social en general es necesario impulsar la cultura de la investigación, con perspectivas de multidisciplinaria que permita abordar problemas complejos que enfrenta el estado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Foro Consultivo (2010). "Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación 2004-2010". Recuperado de <http://www.foroconsultivo.org.mx/>, diciembre del 2017.

2. Pérez-Angón M. A.. "Atlas de la Ciencia Mexicana 2012, Volumen I y II." (2012).
3. Conacyt (2018). "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología". Recuperado de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/inicio.php>, marzo 2018.
4. Conacyt (2018). "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad". Recuperado de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/inicio.php>, febrero 2018.
5. Barrera, R. R. Breve historia de Hidalgo. Fondo De Cultura Economica, México, 2000.
6. Moreno-Ceja, Faustino, María del Rocío Zumaya-Leal, and José de Jesús Cortés-Vera. "Producción científica en el estado de Chihuahua, 1999-2008: análisis de las publicaciones registradas por el ISI Web of Knowledge." *Investigación bibliotecológica* (2011): 201-225.
7. Conacyt (2018). "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sistema Nacional de Investigadores". Recuperado de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/inicio.php>, febrero 2018.
8. Samperi, Roberto Hernandez, Carlos F. Collado, and L. Baptista. "Metodología de la Investigación." Edit. McGraw Hill (2010).
9. Conacyt (2017). "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación 2016". Recuperado de <http://www.siiicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt>, febrero 2018.
10. IMPI (2017). "Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual". Recuperado de <https://www.gob.mx/impi>, febrero del 2018.
11. Citnova (2017). "Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo". Recuperado de <http://citnova.hidalgo.gob.mx/>, marzo del 2018.
12. Web of Science (2018). "Web of Science de Thomson Reuters". Recuperado de <https://login.webofknowledge.com>, enero del 2018.