

DEMOGRAFÍA DE LA INVESTIGACIÓN ASTRONÓMICA EN MÉXICO

Itziar Aretxaga

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Luis Enrique Erro 1, Sta. Ma. Tonantzintla, Puebla, México

1. Crecimiento de la comunidad astronómica nacional

La astronomía en México se practica desde la época mesoamericana, aunque poco sabemos del desarrollo de la masa demográfica que la practicaba. Si bien hubo ilustres mexicanos que desarrollaron actividades astronómicas durante todas las épocas de la historia^(1,2,3), no fue sino hasta 1878 que se inauguró el primer observatorio profesional dotado de telescopios en el país, el Observatorio Astronómico Nacional (OAN), que en 1929 pasó a la custodia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Varios astrónomos e historiadores^(2,4,5) datan el comienzo de la astronomía moderna, entendida como el estudio predictivo e interpretativo de los mecanismos de funcionamiento de los astros, en 1942, cuando se inauguró el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla, en las afueras de la ciudad de Puebla. Es también en esta época cuando se asienta la primera doctora (o doctor) en astronomía en el país⁽⁶⁾, la Dra. Pişmiş.

En los años 50 comienza un incipiente crecimiento de la comunidad astronómica nacional. Los pocos astrónomos del momento empiezan a impartir cursos optativos en la carrera de física, y dirigen tesis de licenciatura de estudiantes interesados que, una vez motivados para trabajar en el área, se los envía al extranjero para obtener maestrías y doctorados en instituciones líderes del área. La mayoría de estos estudiantes, una vez graduados, volvieron al país para engrosar principalmente la planta del Instituto de Astronomía de la UNAM (IA-UNAM), creado en 1967, y en menor medida la del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el nuevo centro surgido en 1971 del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla. Este último fue el primer centro de investigación establecido fuera de la Ciudad de México, iniciando con ello la descentralización de la investigación en astronomía, si bien los observatorios ya habían salido de la capital décadas antes⁽⁶⁾. En los años 80 astrónomos recién doctorados en el extranjero se incorporan a la sede del IA-UNAM en Ensenada, Baja California, fundada originalmente para dar apoyo al nuevo OAN en la sierra de San Pedro Mártir. En los 90 el INAOE fortalece su planta con investigadores jóvenes y destacados, en parte atraídos por el proyecto del Gran Telescopio Milimétrico y por el Programa Internacional de Astrofísica Avanzada Guillermo Haro de talleres de trabajo y conferencias anuales. La UNAM sigue su proceso de descentralización al crear en 1996 la Unidad Morelia del IA-UNAM, a la que se trasladan algunos de sus investigadores de gran trayectoria desde el Distrito Federal. En 2003 esta unidad se convierte en el Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM (CRyA-UNAM). Otros grupos de astrónomos también se asentaron en provincia en esta época, especialmente en Guanajuato, Jalisco y Sonora.

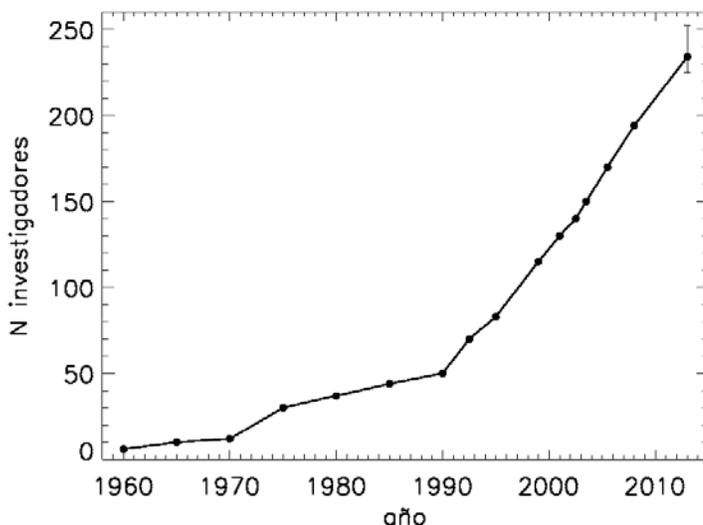


Figura 1: Crecimiento del número de investigadores de astronomía en México (figura adaptada de Peimbert y Rodríguez⁽²⁾, y Aretxaga⁽⁷⁾, actualizada a 1 de abril de 2013). La barra de error de 2013 corresponde a diferentes clasificaciones de los investigadores nacionales: cota inferior sin investigadores de disciplinas fronterizas, cota superior con los miembros del SNI en el extranjero.

El número de astrónomos nacionales ha crecido a lo largo de la historia a un ritmo lento pero decidido, y desde principios de los años 90 este crecimiento tiene un comportamiento lineal de unos 8 investigadores por año empleados en el país, bien en contratos de tiempo extendido (en general investigadores o profesores de planta) o temporales (contratados por tiempo y obra e investigadores postdoctorales). Las nuevas

generaciones de astrónomos las engrosan, principalmente, los egresados de los postgrados de astronomía de México, una buena parte de los cuales han sido repatriados después de realizar estancias postdoctorales en el extranjero, y como en los comienzos, también doctores mexicanos formados en el extranjero. Desde 1989 existe la posibilidad de realizar estudios de postgrado en astronomía en México. Alrededor de los 90, además, la astronomía mexicana empezó a atraer a doctores extranjeros para que pudieran integrarse en la comunidad nacional y, con ello, aunar fuerzas en la formación de recursos humanos y en la investigación de frontera realizada en el país⁽¹⁾.

2. Situación actual

2.1 Distribución geográfica

El padrón 2013 incluye 234 investigadores-astrónomos adscritos a alguna institución académica de nivel superior mexicana, que trabajan en las disciplinas de astronomía, astrofísica o instrumentación astronómica, de los cuales 96% son doctores, 3% maestros en ciencia, y 1% licenciados o ingenieros. En el censo de investigadores-astrónomos se han incluido los miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con líneas de investigación en estas disciplinas, los declarados en las plantas de institutos, centros de investigación o departamentos universitarios de astronomía, los astrónomos doctores graduados en México en los últimos años que se dedican a labores académicas en centros nacionales de enseñanza superior, y otros listados en el padrón de la Unión Astronómica Internacional o en los Congresos Nacionales de Astronomía, siempre que en los últimos 10 años hayan publicado algún resultado de investigación en revistas indexadas del área y no manifiesten que su actividad principal sea otra que la astronomía. Adicionalmente, las listas del SNI contienen 18 investigadores nacionales en estas disciplinas que trabajan fuera del país, principalmente en posiciones postdoctorales. Además de estos investigadores, hay alrededor de una veintena de científicos registrados en las áreas de Física, Química, Biología y Geología del SNI que también realizan investigación relacionada con la astronomía, y que no se han incluido en el padrón.

La Figura 2 muestra la distribución de los investigadores-astrónomos por estado y nivel del SNI. Los astrónomos se concentran principalmente en dos centros de la UNAM, el IA-UNAM con sedes en el Distrito Federal y en Baja California, y el CRyA-UNAM en Michoacán; y en un centro Conacyt, el INAOE en Puebla. Cada uno de estos centros cuenta con entre unos 20 y 50 investigadores. Otros institutos de la UNAM (Ciencias Nucleares y Geofísica, en especial) también cuentan con grupos de hasta 10 personas. Además las Universidades de Guanajuato, Guadalajara y Sonora tienen departamentos o grupos consolidados de astronomía de entre 15 y 5 investigadores. En el último quinquenio se han establecido grupos de unos 5 investigadores-astrónomos en el Instituto Politécnico Nacional y en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Otras universidades nacionales cuentan también con pequeños grupos de astrónomos dentro de sus departamentos o institutos de ciencias físicas, y un 13% de astrónomos tienen posiciones en universidades de forma individual.

El número de astrónomos profesionales en México es todavía muy pequeño por comparación con su población: aproximadamente 1 por cada 500.000 habitantes, a compararse con 1 por cada 50.000 en EEUU o 1 por cada 80.000 en España. Si bien Ciudad de México cuenta con un importante porcentaje del total de investigadores (36%), la astronomía es una ciencia que se encuentra relativamente descentralizada. Incluso dentro del Distrito Federal, la tradicional concentración de astrónomos en el IA-UNAM se está diluyendo, al ser contratado un creciente número de astrónomos en otras dependencias de la UNAM y otros institutos de investigación y centros de educación superior públicos y privados de la capital. Si definimos el índice de concentración estatal como el porcentaje de astrónomos adscritos a la institución con mayor número de astrónomos del estado, encontramos que el Distrito Federal tiene el índice de concentración estatal más bajo del país, de 75%. El 25% restante está repartido en 10 centros. Por comparación, en otros estados se encuentran índices de concentración del 86 al 100%.

La distribución geográfica de los investigadores-astrónomos puede ser comparada con la de hace 5 años⁽⁷⁾. El resultado más llamativo es la salida de varios estados del padrón de investigadores-astrónomos (Veracruz, Yucatán) y la entrada de otros (Chiapas, Hidalgo, Querétaro, Tabasco), debido al efecto conjunto de nuevas contrataciones en nuevas universidades, y al abandono paulatino de la labor de investigación por los jóvenes investigadores más aislados. Otro dato a resaltar es el crecimiento de la población de investigadores del área en

Jalisco y Nuevo León.

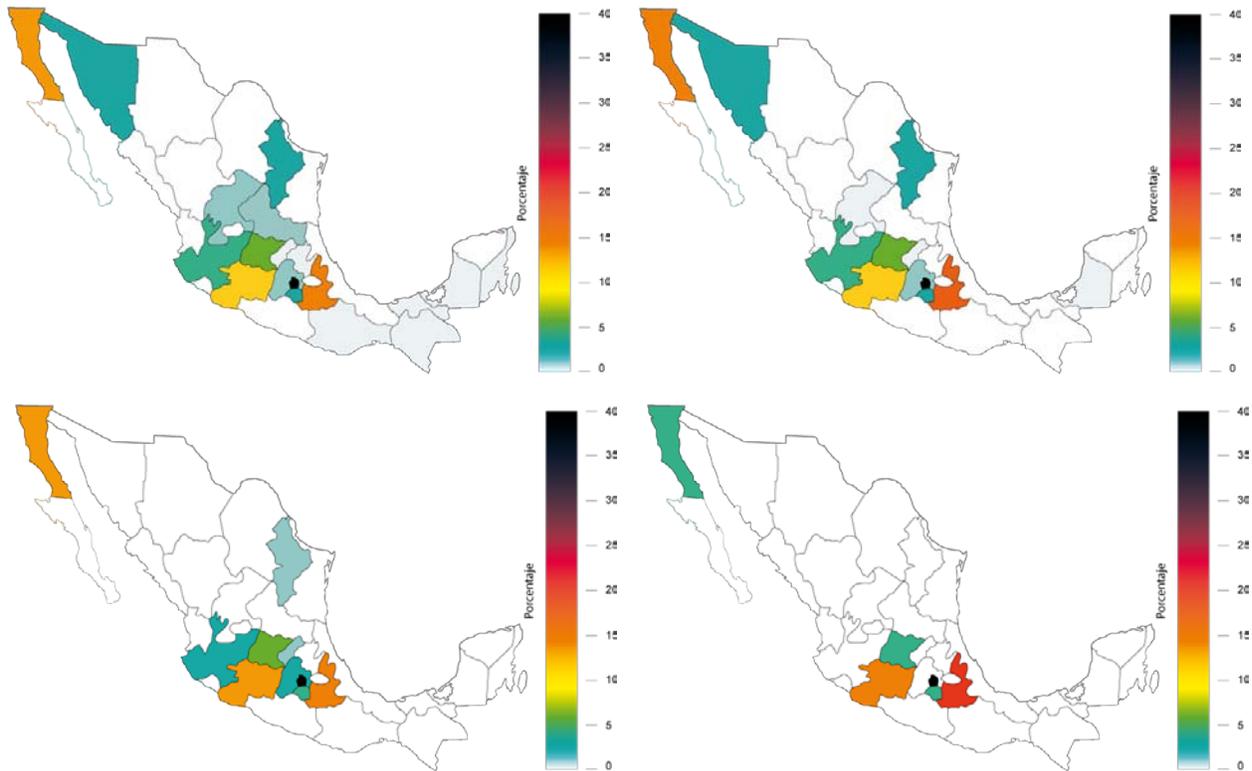


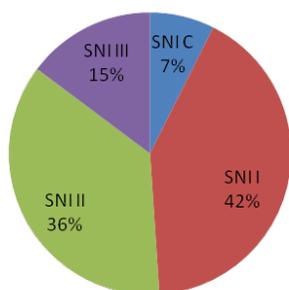
Figura 2: Distribución de los investigadores-astrónomos por estados (a): cuadro izquierdo superior, censo completo de 234 investigadores-astrónomos; (b) cuadro derecho superior, subgrupo de 191 miembros y candidatos del SNI; (c) cuadro izquierdo inferior, subgrupo de 97 miembros del SNI en los niveles II, III o emérito (E); (d) cuadro derecho inferior, subgrupo de 28 miembros del SNI en los niveles III o E.

2.2 Distribución de reconocimiento dentro del Sistema Nacional de Investigadores

A 1 de abril de 2013, el porcentaje de miembros del SNI entre los astrónomos establecidos en México antes de 2011 es del 89% (191 miembros). Si contabilizamos además los astrónomos recién graduados, repatriados o en contratos postdoctorales temporales (postdocs) que se han incorporado en los últimos 2 años a la planta investigadora del país, y que, o bien se encuentran tramitando su incorporación al SNI, o se espera vuelvan a salir del país, el porcentaje de astrónomos miembros del SNI es del 83%. La mayoría de estos investigadores recientemente incorporados a la planta mexicana tienen un nivel equivalente a los SNI-C, I y II. Este factor corrector del porcentaje de miembros del SNI es claro especialmente en la UNAM, que ha venido ejerciendo en los últimos años una ambiciosa política de contratación de postdocs nacionales y extranjeros, al estilo de los grandes centros de investigación internacionales.

La distribución de astrónomos miembros del SNI por estado y nivel de SNI puede visualizarse en la Figura 2. Se aprecia que la descentralización de los miembros del SNI es comparable a la del total de astrónomos del país, si bien según se progresa en mayor dedicación y reconocimiento a la investigación, desde miembros y candidatos del SNI, a niveles consolidados (II+III), a los máximos niveles de reconocimiento (III, de ahora en adelante siempre incluirá a los eméritos), la concentración en el centro del país es cada vez mayor. Un 50% de los investigadores-astrónomos con niveles III se encuentran en el Distrito Federal. El 96% de los niveles III, y el 89% de los II+III se encuentran en algún centro de la UNAM o en el INAOE.

SNI 2013



La Figura 4 representa la división de los miembros del SNI en 4 categorías: C, I, II, III: el 51% de los miembros del SNI tienen niveles II y III, que se consideran niveles consolidados. Aunque la planta de investigadores-astrónomos ha aumentado en los últimos 5 años, los niveles de reconocimiento nacionales son similares, y van en ligero aumento, según aumenta la edad promedio y experiencia de la población.

Figura 4: Distribución de niveles del SNI de los investigadores-astrónomos en México.

2.4 Distribución de género

De entre los 234 investigadores-astrónomos 52 son mujeres (22%), de las cuales el 73% son miembros o candidatas del SNI. Entre las investigadoras-astrónomas sin reconocimiento SNI hay un 53% que se graduaron hace más de 5 años, muchas de las cuales fueron miembros del SNI en el pasado, y el resto son investigadoras postdoctorales o recientemente graduadas. La proporción de abandono del SNI entre las mujeres es algo superior a la de los hombres (48%), dentro del periodo de 10 años desde la publicación del último resultado de investigación.

La proporción de mujeres entre los miembros del SNI es 20%, algo inferior al porcentaje de mujeres en el padrón 2013 (22%), y ambas proporciones son inferiores al 28% de nuevas licenciadas en física en los últimos 10 años^(8,9), la principal disciplina fuente de nuevas generaciones de investigadores del área. Todos los porcentajes están lejos de la equidad de género, pero se observa una proporción similar de mujeres en los niveles de candidato al SNI que en egreso de licenciatura, probablemente indicativo de que la progresión de la mujer en la etapa formativa hasta llegar a joven investigadora es adecuada.

El porcentaje de investigadoras era mayor en el pasado. De hecho se observa que un número considerable de investigadoras en la disciplina ocupan puestos de responsabilidad y decisión a nivel nacional e internacional, y se les reconoce su labor investigadora y formativa al más alto nivel: 29% de los SNI III son mujeres, una gran mayoría de las cuales se graduaron en los años 80.

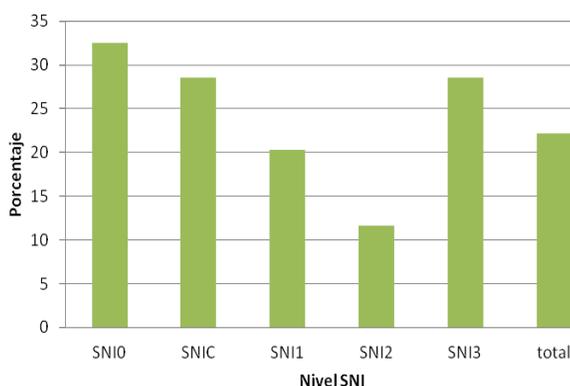


Figura 5: Proporción de mujeres entre los investigadores-astrónomos de diferentes niveles de reconocimiento SNI: SNI0 sin nombramiento SNI, SNI C candidatas, SNI1 miembros del SNI nivel I, SNI2 miembros del SNI nivel II, SNI3 miembros del SNI niveles III y eméritos. La última columna representa el porcentaje total. Porcentaje se define como $\text{Mujeres}/(\text{Mujeres}+\text{Hombres}) \times 100$ en cada nivel.

Dejando a un lado el más alto nivel de reconocimiento del SNI, y que la proporción observada de mujeres en este nivel puede estar favorecida por un mayor reclutamiento femenino en la disciplina en épocas anteriores, el porcentaje de mujeres en el resto de niveles sigue una preocupante tendencia descendiente según el nivel de competencia y reconocimiento en investigación aumenta, como se puede apreciar en la figura 5. Aunque estamos ante estadísticas de números pequeños, la proporción de investigadoras nivel II es significativamente más pequeña que lo esperado ante una progresión de carrera y captación de nuevos valores pareja a lo largo del tiempo. El motivo de este descenso en la proporción de mujeres por nivel de reconocimiento a la investigación no tiene una explicación obvia. Sin embargo, esta tendencia de decremento de la población femenina según se consideran niveles de competencia y reconocimientos más altos en investigación es algo observado en otras comunidades científicas mexicanas⁽¹⁰⁾ y en las de otras sociedades que culturalmente se consideran cercanas⁽¹¹⁾.

2.5 Distribución de las líneas y métodos de investigación

Los astrónomos en México realizan tanto trabajo observacional como teórico, cubriendo todo el espectro electromagnético, desde las ondas radio hasta los rayos gamma y cósmicos. Los astrónomos teóricos del país utilizan tanto técnicas analíticas como computacionales. Los intereses científicos de la comunidad son comprensivos, y abarcan las ciencias planetarias y exoplanetarias, la astronomía estelar y solar, los medios difusos (circunestelar, interestelar, interplanetario, intergaláctico), la astrofísica galáctica y extragaláctica, la cosmología y la instrumentación astronómica, principalmente. La Figura 6 representa el porcentaje de investigadores trabajando en estas subdisciplinas, y las técnicas empleadas.

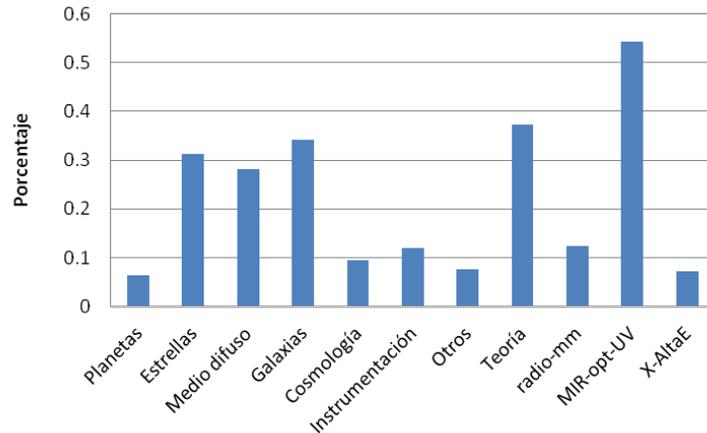


Figura 6. Porcentaje de investigadores nacionales que trabajan en las subdisciplinas de sistemas planetarios, astronomía estelar y solar, medios difusos, astronomía galáctica y extragaláctica, cosmología, instrumentación y otras subdisciplinas, como la arqueoastronomía o la caracterización de sitios astronómicos. Le siguen los porcentajes de investigadores que realizan investigaciones a través de desarrollo de teorías o de modelado, y aquellos que se basan en observaciones en ondas radio a milimétricas, en longitudes de onda infrarrojas, visibles o ultravioletas, y en rayos-X, gamma o cósmicos. Se hace notar que un mismo investigador puede contabilizarse en varias de estas categorías.

Las subdisciplinas más practicadas por la comunidad nacional son la astronomía estelar y los estudios de galaxias y medios difusos, con porcentajes de alrededor del 30% de investigadores cada una. El porcentaje de dedicación a astronomía estelar está en sintonía con los porcentajes de países europeos, que presentaban entre el 22 al 42% de interés por esta área a principios del milenio⁽⁷⁾. Astrofísica extragaláctica está por encima del promedio europeo de 17 a 22%. El 8% de dedicación a sistemas planetarios en México es ligeramente inferior al referente europeo de 10-18%. En cuanto a técnicas de investigación, el 37% de los astrónomos nacionales realizan trabajo predominantemente teórico y de modelado, a compararse con un 34 a 54% europeo. Las longitudes de onda de más utilización por los astrónomos nacionales son las del intervalo infrarrojo cercano-óptico-ultravioleta, con un 54% de usuarios, a compararse con el 33 y 52% en Reino Unido y España. El intervalo radio-mm, en fuerte expansión en todo el mundo, cuenta en México con tan solo un 13% de usuarios, porcentaje incluso inferior al porcentaje europeo del 19 y 21% en España y Reino Unido a principios del milenio. Estos países han incrementado el número de usuarios de estas frecuencias en el seno de sus propias comunidades desde entonces, gracias a nueva tecnología disponible en sus telescopios de acceso nacional.

La distribución por subdisciplinas no ha sufrido una fuerte evolución en el último quinquenio⁽⁷⁾. Hay investigadores con niveles II y III del SNI en todo el espectro de subdisciplinas practicadas en México.

3. Perspectivas de futuro

Con tan solo 1 investigador-astrónomo por cada 500,000 habitantes, México tiene un gran potencial de crecimiento científico hasta alcanzar las cotas de densidad de investigadores de los países más desarrollados del hemisferio norte. En los últimos años el mayor crecimiento ha estado asociado a la implantación de nuevos

investigadores en nuevos centros de investigación sin trayectoria previa en astronomía, o en el crecimiento de grupos establecidos de pequeño tamaño, especialmente en provincia, además de las posiciones postdoctorales de los grandes centros de astronomía. A lo largo de una década^(12,7) se ha observado que la implantación de jóvenes investigadores de forma individual en departamentos de física o ingeniería les ha llevado, en una gran proporción, al abandono de la investigación a mediano o largo plazo. Los grupos pequeños con algún elemento consolidado, o cerca de instituciones potentes en investigación, tienden a florecer y conseguir una estabilidad en sus carreras investigadoras. El modelo de creación de plazas en donde se garantiza algún profesor investigador de nivel consolidado deber ser favorecido para preservar e incentivar las carreras investigadoras del grupo. Las Universidades de Guanajuato y Guadalajara son claros ejemplos de este modelo exitoso.

Se debe estudiar qué medidas o incentivos se pueden establecer para mejorar la progresión de las carreras de los investigadores en provincia que se encuentran alejados de los grandes centros de astronomía. La descentralización no solo se debe considerar en número de investigadores, sino también en calidad de la investigación que se realiza en los estados, especialmente en los estados más periféricos.

Asimismo, se observa que aunque hay un número sustancial de investigadoras de gran trayectoria, reconocidas y ejerciendo puestos de responsabilidad, la progresión de las carreras de las investigadoras más jóvenes no parece ser tan exitosa como las de sus antecesoras y/o ha habido una caída en reclutamiento femenino o mayor abandono de la investigación en este colectivo. Es demasiado precipitado extraer una conclusión sobre las causas, bien sean condicionamientos generacionales, culturales ante una mayor presión y competencia, o un cambio de paradigma sujeto a esquemas y sesgos⁽¹³⁾. En cualquier caso, el descenso del número de investigadoras hasta el 22%, 20% en el SNI, es preocupante y el retroceso debe ser estudiado en detalle para identificar las causas e incentivar el liderazgo de las investigadoras que garantizarán el relevo generacional a largo plazo.

Con tan solo un 13% de investigadores trabajando en longitudes de onda radio-milimétricas en México, esta área observacional debe expandirse fuertemente en el futuro si se quiere aprovechar al máximo la nueva infraestructura disponible para la comunidad nacional.

REFERENCIAS

1. Rodríguez L.F., 2000, en "Las Ciencias Exactas en México", A. Menchaca (Coord.), Colección Biblioteca Mexicana, Fondo de Cultura Económica, México: "*La astronomía en México: El pasado reciente y los retos de futuro*".
2. Peimbert M. y Rodríguez L.F., 2008, en la "Enciclopedia de las Ciencias en México", Carlos Herrero (ed.), Universidad Autónoma Metropolitana, México: "*Astronomía*".
3. Ávila N., Galindo Trejo J., Moreno Corral M.A. y Podeva Ricalde A. "*Breve historia de la astronomía en México*", Universidad Nacional Autónoma de México.
4. Pişmiş P. y Cruz-González G., 1998, "*Reminissenses in the life of Paris Pişmiş: a woman astronomer*", Universidad Nacional Autónoma de México.
5. Bartolucci, J., 2000, "*La modernización de la ciencia en México. El caso de los astrónomos*", Universidad Nacional Autónoma de México.
6. Poveda A., 1995, en "Retos y perspectivas de la ciencia en México", Academia Mexicana de Ciencias: "*Con los pies en la tierra y la cabeza en el cielo: algunas enseñanzas derivadas del desarrollo de la astronomía en México*".
7. Aretxaga I., 2008, en "Science in Mexico 2008: Present State and Perspectives", J.P. Lacleste (Ed.), Academia Mexicana de Ciencias: "*The state of astronomy in Mexico*" (disponible en http://centeotl.inaoep.mx/~itziar/papers/AMC_Astronomy08.pdf)
8. "*Anuario Estadístico 2004: Población Escolar de Licenciatura y Técnico Superior en Universidades e Institutos Tecnológicos*", Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior, México.
9. Del Valle Díaz Muñoz G. y de Garay Sánchez A., 2012, *Ciencia*, 63 (num. 3), 24: "*La falta de inclusión de mujeres en las ciencias exactas e ingenierías*".
10. Saabedra Barrera P., 2012, *Ciencia*, 63 (num. 3), 44: "*Mujeres matemáticas en México*".
11. I. Sánchez de Madariaga, S. de la Rica y J.J. Dolado (Ed.), 2011, "*Libro Blanco. Situación de las Mujeres en la Ciencia Española*", Ministerio de Ciencia e Innovación, España.
12. Lizano S., 2003, en "Estado actual y prospectiva de la ciencia en México", Academia Mexicana de Ciencias.
13. Urry M., 2008, JENAM: "*Women in Astronomy*" (disponible en http://www.astro.rug.nl/~kamp/JENAM_Urry_rev.pdf)