

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN BIBLIOTECOLOGÍA Y
ESTUDIOS DE LA INFORMACIÓN**

**PRODUCCIÓN Y COMUNICACIÓN CIENTÍFICA
DE LOS INVESTIGADORES DEL INSTITUTO
DE ASTRONOMÍA DE LA UNAM (1993-2002)**

TESIS

Que para optar por el grado de
**Maestra en Bibliotecología
y Estudios de la Información**

Presenta:

VERÓNICA GLORIA MATA ACOSTA

Asesor de Tesis

Dr. Salvador Gorbea Portal



Ciudad Universitaria, México, D.F. 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen

Los indicadores bibliométricos se basan en el análisis estadístico de los datos de las variables presentes en los documentos que se publican en los canales formales de comunicación científica. En la actualidad estos indicadores constituyen una herramienta esencial para estudiar los procesos de generación, difusión y uso de la información.

El objetivo general es identificar las regularidades que caracterizan el comportamiento bibliométrico de la producción y comunicación científica del Instituto de Astronomía, durante una década. Se persigue el propósito de aportar información, producto de la aplicación de dichos modelos, acerca de las tendencias de generación de conocimiento manifestadas de los artículos asentados en los informes del IA durante el periodo comprendido de 1993-2002.

La metodología consiste en la creación de tres bases administradas en Microsoft Access®. La primera está compuesta con los diferentes datos de la producción con un total de 792 registros; la segunda base contiene las 30233 referencias citadas, de esos mismos artículos. Por último la tercera contiene, 11 137 citas recibidas en el Science Citation Index a estos artículos. Con los datos obtenidos en la primera base se aplicó el modelo matemático de Lotka, el índice de coautoría, tasa de documentos coautorados y, por último, el índice de Pratt. Los resultados obtenidos con la segunda base se aplicó para obtener la vida media, tasa promedio de referencias por artículo y el factor de envejecimiento de los mismos de acuerdo a Brookes. El factor de cita, la tasa de autocita e índice de visibilidad se manifestaron a partir del análisis de datos comprendidos en la tercera base.

En el aparato crítico de la tesis se recurrió a varios autores clásicos de la corriente de la bibliometría como son: Alfred J. Lotka, Alan Pratt, Derek J. de Solla Price, R.E. Burton, R.W. Keckler, y B. C. Brookes.

El objetivo principal se logró al mostrarnos las características de los autores, sus tendencias de autoría, los temas más recurrentes, los títulos de publicaciones periódicas fuentes, referenciadas y citadas más importantes para esta comunidad, instituciones editoras y lugares de edición, la distribución de referencias por país, instituciones, revistas y autores, la obsolescencia de las referencias citadas así como las características de las citas recibidas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	1
CAPITULO I. MARCO TEORICO – CONCEPTUAL Y DE REFERENCIA.....	9
1.1 La Ciencia.....	9
1.2 La Comunicación Científica.....	12
1.3 Marco de referencia: Origen del Instituto de Astronomía.....	17
CAPITULO II. METODOLOGÍA.....	23
2.1. Fuentes de información utilizadas.....	25
2.2. Unidades de análisis y observación.....	25
2.3. Variables utilizadas.....	26
2.4. Métodos, Modelos matemáticos e indicadores bibliométricos empleados.....	28
2.4.1. El modelo matemático de Lotka.....	30
2.4.2. Visibilidad de autores.....	32
2.4.3. Proporción de instituciones editoras, según lugar de edición.....	32
2.4.4. Índice de coautoría y tasa de documentos coautorados.....	33
2.4.5. Índice de concentración de Pratt.....	34
2.4.6. Indicadores de obsolescencia.....	35
2.4.6.1. Índice de Price.....	36
2.4.6.2. Vida Media.....	37
2.4.6.3. Envejecimiento de la literatura científica utilizando el modelo matemático de Brookes	38
2.5. Herramientas Informáticas.....	41

CAPITULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	43
3.1. Comportamiento de la producción científica, según las variables seleccionada.....	44
3.1.1. Distribución de artículos y autores fuente por año.....	44
3.1.2. Características de la autoría	45
3.1.2. Productividad de autores, según el Modelo Matemático de Lotka.....	49
3.1.3. Características de los artículos fuente	53
3.1.4. Índice de concentración de Pratt	54
3.1.5. Instituciones editoras y lugares de edición	56
3.1.6. Relación entre la revista fuente y la autoría	58
3.2. Características de la comunicación científica	60
3.2.1. Análisis de las referencias	61
3.2.2. Principales instituciones referenciadas	62
3.2.3. Principales países referenciados	64
3.3. Análisis de la obsolescencia.....	74
3.3.1. Índice de operatividad de Price y Vida media de las revistas.....	74
3.3.1.2. Factor de envejecimiento y pérdida de utilidad.....	77
3.4. Análisis de las citas recibidas	78
3.5. Comportamiento de los artículos de acuerdo con Science Citation Index	87
CAPITULO IV. DISCUSION	93
4.1. Características de la producción científica.....	93
4.1.1. Características de la autoría	93
4.1.2. Modelo matemático de Lotka	96
4.1.3. Comportamiento temático de los artículos fuente	97
4.2. Comunicación científica	99

	Pág.
4.2.1. Análisis de las referencias	100
4.2.2. Análisis de la Obsolescencia	102
4.2.3. Análisis de las citas en la base de datos propia y en el SCI	103
4.2.3.1. Tipología de los documentos citados y citantes	104
4.2.4. Comportamiento de los artículos de acuerdo con el SCI	105
CAPITULO V. CONSIDERACIONES FINALES.....	107
REFERENCIAS.....	111
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	115
ANEXOS.....	119

RELACIÓN DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Esquema general de la teoría de la comunicación.....	13
Figura 2: Modelo de comunicación científica para la comunidad de astrónomos según André Heck	16
Figura 3: Modelo metodológico para el estudio de la producción y comunicación científica en astronomía	24
Figura 4. Distribución de artículos y autores por año.....	45
Figura 5. Distribución del primer autor de los documentos fuente.....	47
Figura 6. Distribución de artículos según el segundo autor de los documentos Fuente	48
Figura 7. Representación Figura de la distribución de productividad de autores, según el modelo matemático de Lotka	52
Figura 8. Distribución de artículos fuente por revistas	53
Figura 9. Distribución de documentos fuentes por entidades editoras Seleccionadas	57
Figura 10. Distribución de documentos fuentes por países.....	58
Figura 11.: Distribución de autores por las principales revistas en las que Publican	59
Figura 12. Distribución de coautores por las principales revistas en las que Publican	60
Figura 13. Distribución de instituciones referenciadas de acuerdo con el primer Autor	62
Figura 14. Distribución de de instituciones de acuerdo al segundo autor	63
Figura 15. Distribución del país de acuerdo al primer autor referenciado	64
Figura 16. Distribución de país de acuerdo al segundo autor	65
Figura 17. Distribución de los 10 autores principales de las referencias	66

	Pág.
Figura 18. Distribución de los 10 coautores de las referencias	67
Figura 19. Distribución de referencias por revistas fuente seleccionadas	68
Figura 20. Distribución de los 10 autores principales por revistas en las Referencias	69
Figura 21. Distribución de los 10 coautores por revista en las referencias	70
Figura 22. Distribución de referencias por autores corporativos	71
Figura 23. Distribución de artículos fuente y referencias por revista	72
Figura 24. Distribución de documentos fuente y de referencias según fecha De publicación	73
Figura 25. Distribución de documentos citados y citantes según tipología Documental	81
Figura 26. Distribución de citas por años citados y citantes	82
Figura 27. Distribución de los autores citados	83
Figura 28. Distribución de los principales autores citantes	84
Figura 29. Distribución de las citas por las principales revistas citadas	85
Figura 30. Distribución de las 10 revistas más citadas en las referencias	86
Figura 31. Distribución de citas recibidas por año	88
Figura 32. Distribución de los artículos fuente más citados por SCI	89
Figura 33. Distribución de las revistas citantes de acuerdo al SCI de los Documentos fuentes	90
Figura 34. Distribución de las principales instituciones citantes	91

RELACIÓN DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Distribución de documentos de acuerdo con la cantidad de autores	46
Tabla 2: Distribución de productividad de autores según el modelo matemático De Lotka	49
Tabla 3: Distribución de las revistas fuente de acuerdo con el índice de Pratt	56
Tabla 4: Distribución de las referencias y de los documentos fuente, según año De publicación	61
Tabla 5: Distribución de revista fuente seleccionadas, según los indicadores de Obsolescencia calculados	76
Tabla 6: Distribución de las revistas fuentes de acuerdo con la cantidad de Artículos, las referencias y las citas recibidas	80

RELACIÓN DE TABLAS DEL ANEXO

	Pág.
Tabla 1: Distribución de artículos y autores por año.....	119
Tabla 2: Distribución de artículos fuente por revistas.....	119
Tabla 3: Distribución de revista por concentración temática.....	120
Tabla 4: Distribución de documentos fuentes por países.....	121
Tabla 5: Distribución del país de acuerdo con el primer autor referenciado.....	122
Tabla 6: Distribución de país de acuerdo con el segundo autor	123
Tabla 7: Distribución de referencias por revistas fuentes seleccionadas.....	124
Tabla 8: Distribución de artículos fuente y de referencias por revistas.....	125
Tabla 9: Distribución de documentos fuente de referencias según fecha de publicación	125
Tabla 10: Ejemplo del calculo de la obsolescencia.....	126
Tabla 11: Distribución de revistas citantes de acuerdo con el SCI	127

Introducción

Introducción

La comunicación científica es parte esencial del trabajo de investigación y la buena interacción entre los miembros de una comunidad; además, es indispensable para un sano y vigoroso intercambio de ideas. Dentro de los canales formales que utiliza la comunicación científica, ya sea ésta especializada o de divulgación, se encuentra la publicación seriada. En ella se cumplen los elementos básicos del esquema de comunicación como son, emisor-mensaje-receptor. Se considera al emisor como: editor, autor o autores de un mensaje que, en caso de una forma escrita, llega a uno o varios receptores entendiendo a estos como la persona o personas que lo reciben.

En el momento en que se conforma y consolida una publicación seriada regular que puede ofrecer continuidad y permanencia, se le está brindando la oportunidad a la comunidad científica de crear registros escritos, comúnmente conocidos como artículos, que son públicos y permanentes en resultados, observaciones, cálculos, teorías, hipótesis, etc. para que más tarde se puedan confirmar, criticar, refutar o perfeccionar estos escritos. Además se agrupan varios resultados de diversas investigaciones, que pueden influir y estimular futuros trabajos que propician la difusión del conocimiento público.

Por lo general, el surgimiento y desarrollo de las publicaciones seriadas y científicas se encuentran asociados a comunidades científicas de muy diversa índole, ya sean las que se integran bajo una institución docente y de investigación, las que se agrupan en forma de asociaciones gremiales o de profesionales especializados, o aquellas pertenecientes a sectores empresariales o industriales, es precisamente en el seno de estas comunidades en donde se genera la mayor parte del conocimiento que se difunde, además de aportar los pares o árbitros que dictaminan y validan el conocimiento que en ellas se publica.

Lo anterior conlleva a que en el estudio de la producción y comunicación científica de una comunidad en particular intervenga, de forma determinante, el análisis de los canales formales. Entre ellos, las publicaciones científicas que la comunidad utiliza para difundir sus resultados, así como aquellas en las que se sustentan los mismos o de otras en las que el conocimiento, en ellas publicado, impacta o alcanza determinado grado de visibilidad. En este sentido, los resultados de investigación que se muestran en esta tesis han sido obtenidos del estudio de las regularidades de la producción y comunicación científica identificadas en la comunidad de investigadores que conforma el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM).

El Observatorio Astronómico Nacional antecesor del Instituto de Astronomía, (IA) desde sus inicios hasta la actualidad, se ha caracterizado por ser una institución con una gran vida académica. Como ejemplo, baste mencionarse al comienzo el viaje de una comisión al Japón para observar el paso de Venus por el disco solar bajo el mando de don Francisco Díaz Covarrubias, en el año de 1867. Esta expedición, a pesar de sufrir algunas penalidades, fue todo un éxito. Once años después, el 5 de mayo de 1878, en el castillo de Chapultepec dieron comienzo formalmente las labores del Observatorio Astronómico Nacional, siendo director el ingeniero Ángel Anguiano. Al día siguiente se hace el primer trabajo con la observación del tránsito de Mercurio por el disco del sol. Desde esa fecha se comenzaron a realizar trabajos astronómicos de calidad, no únicamente en el país sino ya, desde entonces, con la participación internacional de otros observatorios. Prueba de ello es la colaboración con la comunidad internacional astronómica para la realización de un Catálogo Fotográfico llamado Carta del Cielo en 1887 cuando el director del Observatorio de París Amédée Mouchez convoca el 16 de abril de este año en París para planear y sumar esfuerzos para sacar imágenes de todas las estrellas más brillantes que la 14^a magnitud.

De acuerdo con el informe anual del 2002, la comunidad astronómica del IA está conformado, por 86 investigadores y 59 técnicos académicos, los cuales ya cuentan en su haber con un significativo volumen de producción científica publicada en las principales revistas de todo el orbe y, fundamentalmente, en la prestigiada Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica publicada por el mismo instituto, cuyo impacto y visibilidad le ha merecido un sitio en el conocido *Science Citation Index (SCI)*

Estos antecedentes motivan el estudio de su comportamiento bibliométrico con el propósito de identificar variables e indicadores que permitan conocer el desenvolvimiento de esta comunidad. Por otra parte, la necesidad cada vez más imperiosa de evaluar el rendimiento de la actividad científica y los canales formales que a su vez se utilizan para la difusión de sus resultados, ha propiciado que, en las últimas décadas, se hayan aplicado, con mayor énfasis, técnicas de análisis estadístico a la literatura científica, con el objetivo de obtener indicadores confiables para realizar la delicada y difícil tarea de evaluar a los investigadores científicos y a la información que éstos generan. Los indicadores bibliométricos se basan en el análisis estadístico de los datos de las variables presentes en los documentos, que se publican en los canales formales de comunicación científica. En la actualidad estos indicadores constituyen una herramienta esencial para estudiar los procesos de generación, difusión y uso de la información.

La literatura bibliométrica registra una muestra significativa de estudios de este tipo, dedicados a la astronomía. Entre los identificados aparecen estudios sobre las fuentes, los autores o las instituciones especializadas en astronomía, (una parte de ellas está mencionada en la bibliografía de este trabajo). Sin embargo, todavía resulta exigua la proporción de trabajos que estudien esta temática en países de Latinoamérica y en particular a la astronomía mexicana, a pesar de ser México un país que destaca significativamente, no sólo como productor de información científica en esta especialidad, sino, también, como poseedor de una excelente infraestructura tecnológica

para la observación astronómica, lo que le permite competir entre los más desarrollados en esta temática a nivel mundial.

Resulta oportuno señalar que, como antecedente a esta investigación, existe un estudio sobre el comportamiento bibliométrico de la Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica 1974-2000 (Mata-Acosta 1999), cuyos resultados fueron presentados como tesis de licenciatura. Además, parte de estos resultados fueron presentados en el Congreso Internacional Library and Information Services in Astronomy III (LISA-III) (Mata-Acosta, V. Jiménez-Fragozo, M. E, y Gorbea-Portal, S. 1999).

El Instituto de Astronomía requiere cada vez más estudios integrales de este tipo, que le aporten la información necesaria sobre el comportamiento de su producción científica, incluyendo la información que utiliza para su generación, con vistas a la toma de decisiones en materia de política científica, editorial y bibliotecaria, así como para determinar los nexos informativos y de envejecimiento u obsolescencia presentes en la información científica utilizada.

Lo anterior, unido a la fecunda historia del IA y a los numerosos logros científicos alcanzados por su comunidad académica constituyen aspectos suficientes para motivar el estudio bibliométrico de su producción científica, con el propósito de identificar las regularidades que caracterizan su comportamiento, así como las que están presentes en el sistema de comunicación científica a través del cual se difunden sus resultados. De ahí para el desarrollo de esta investigación se parte de las hipótesis que se relacionan a continuación:

- Los niveles de obsolescencia de los documentos fuente son similares a los encontrados en otros estudios realizados sobre astronomía y ciencias afines en otras áreas geográficas.

- El núcleo de las revistas más citadas en la producción científica, generada por la comunidad académica del IA, pertenece al grupo de corriente principal identificada por el Science Citation Index en esta área temática
- Los niveles de productividad del IA están en correspondencia directa con el nivel académico, y la experiencia de sus investigadores. De hecho nuestra muestra cumple con el postulado teórico del modelo matemático de Lotka.
- El análisis de los años de publicación de los trabajos referenciados permitirá averiguar el semiperiodo o envejecimiento de la literatura utilizada (vida media). Así como cuando estas caen en desuso (obsolescencia)
- El análisis del comportamiento bibliométrico de la producción científica puede aportar información necesaria para determinar la importancia de la comunicación científica y el lugar que ocupa dentro de esta comunidad a nivel mundial.

Para dar respuesta a las anteriores hipótesis en esta investigación se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Identificar las regularidades que caracterizan el comportamiento bibliométrico de la producción y comunicación científica de esta comunidad. Con el propósito de aportar información para la toma de decisiones en materia de política científica, editorial y bibliotecaria.

Objetivos específicos:

- Identificar las características de la producción y comunicación científica del IA-UNAM. Que ayuden a determinar su comportamiento.
- Determinar el grado de obsolescencia de los documentos fuente, mediante la Vida Media, el Índice de Price y el Modelo Matemático de Brookes.
- Conocer la elite de autores más productivos, mediante la aplicación del modelo matemático de Lotka.
- Identificar el núcleo de revistas más “productivas” y citadas, así como la concentración temática de las fuentes.

La comprobación de las hipótesis planteadas y el cumplimiento de los objetivos propuestos permitieron la obtención de resultados, los cuales, para fines de esta tesis se han estructurados en cinco capítulos. El primero abarca el marco teórico en el cual se apoya este tipo de estudio y en donde se pueden identificar algunos conceptos relacionados con la ciencia y la actividad científica, así como otros aspectos que destacan el desarrollo de la ciencia astronómica en México.

En el segundo capítulo se tratan los aspectos inherentes a la metodología empleada en esta investigación mediante la definición de un modelo metodológico que comprende: las fuentes, las variables, los indicadores y los modelos matemáticos empleados en la identificación de las regularidades estudiadas, entre los que se pueden mencionar: el Índice de Concentración de Pratt, para el análisis de la concentración; el Modelo Matemático de Lotka, sobre el análisis de la productividad científica; el Índice de Price; la Vida Media; y el Modelo Matemático de Brookes, para el cálculo de la obsolescencia, entre otros.

Los resultados obtenidos se presentan en el tercer capítulo de esta tesis y se muestran estructurados en tres partes. La primera se refiere a las características de la producción científica, según variables seleccionadas, incluyendo el análisis de la autoría y de la productividad científica. La segunda parte está orientada al análisis de la obsolescencia. La tercera parte presenta el impacto y la visibilidad que esta producción científica ha tenido en las revistas procesadas por el *Science Citation Index (SCI)*. En el cuarto capítulo se discuten los resultados a la luz de la literatura especializada identificada y disponible para esta investigación.

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan algunas consideraciones finales que puntualizan las reflexiones que se derivan del análisis de los resultados y de la metodología empleada en la obtención de los mismos, con el propósito de delinear el perfil bibliométrico de la producción y comunicación científica generada por la comunidad académica del IA de la UNAM.

I. Marco Teórico – Conceptual y de Referencia.

El estudio de la producción y comunicación científica es un tema transdisciplinar que se sustenta desde el punto de vista teórico en los conceptos y teorías relacionados con el estudio métrico de la información documental. Esto se debe a que la producción y comunicación científica representan no sólo el producto de dicha actividad, sino que también son considerados el estado natural de la Ciencia, es decir, ésta no se concibe como tal si los resultados obtenidos no se presentan y comunican a través de los canales formales e informales, para ser utilizados en la práctica histórico-social.

Lo anterior, unido a los conceptos, indicadores y modelos métricos de la información documental, conforman la base teórica y metodológica que permite identificar las regularidades presentes en la producción y comunicación científica en aras de perfeccionar los sistemas científicos. Es por todo ello que en el presente capítulo se presentan algunos aspectos teórico – conceptuales sobre la ciencia como actividad, en sentido general, y en particular en el desarrollo de la ciencia astronómica en México como marco referencial en la cual se desenvuelve este estudio.

1.1. La Ciencia

Para los antiguos griegos la “ciencia” y la “filosofía” era algo similar. “En los escritos de Aristóteles, los sistemas de conocimiento relativos a los cuerpos inanimados (física), a los seres animados (biología) y a las sociedades humanas (política) eran tratados como parte de la “filosofía” o de la “ciencia”,¹ donde filosofía y ciencia eran similares. Curiosamente la separación entre estos dos conceptos la hacen los “astrónomos” de aquella época, ya que los mismos griegos aceptan la hipótesis de que la tierra era el centro del universo y que los planetas giraban en orbitas circulares concéntricas alrededor de ella la cual permanecía en reposo.

¹ Frank, Philipp El origen de la separación entre la ciencia y la filosofía. – México : UNAM, 1957 p.7

Son los propios astrónomos, los que en un esfuerzo por conectar los principios con los hechos dan a conocer la teoría del movimiento geocéntrico y la teoría de los epiciclos. De acuerdo con la primera teoría, la tierra no está situada exactamente en el centro de la órbita circular del sol, la segunda decía que lo que se movía en una orbita circular alrededor de la tierra no era el verdadero sol, sino un sol ficticio o un punto geométrico auxiliar, el verdadero sol se movería a lo largo de un círculo auxiliar o epiciclo, cuyo centro estaría en el sol ficticio. Lo realmente importante es que ellos, a través de la observación, vieron que no podían ser las orbitas circulares y trataban de dar una explicación de cómo serían éstas. Así, “la “ciencia” universal, que también era llamada “filosofía”, se apartó por completo; y la tarea de la “ciencia” consistió entonces en establecer principios de los cuales se pudieran derivar hechos observables con la mayor exactitud posible, independientemente de que estos principios fueran inteligibles o no. En este nuevo sentido, la teoría de los epiciclos era una “buena ciencia””² Más tarde, a finales de la edad media, la “ciencia moderna” nace con Galileo y Newton, al darnos ellos teorías que se convirtieron en leyes.

Posteriormente nacieron diferentes definiciones de lo que es ciencia entre las cuales se encuentran las siguientes:

Para Mario Bunge la ciencia “es una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes)”³ Bunge concluye que, para que la ciencia exista, es necesario utilizar el método científico para alcanzar el objetivo de la ciencia, que es la construcción teórica de la realidad. El proceso creador de la ciencia forma parte de la investigación científica, la cual debe manejar ya sea un conjunto de problemas suscitados por un análisis crítico de alguna parte del conocimiento, o el examen de una nueva experiencia de algo ya conocido.

² Frank, Philipp *ob.cit.* – México : UNAM, 1957 p.17

³ Bunge, Mario. *La investigación científica.* – Barcelona : Ariel, 1979 p.32

El problema se resuelve aplicando o inventando conjeturas que, de ser contrastables, se llaman hipótesis, las cuales pueden pasar a ser leyes que se sistematizan en teorías.

“Así pues, el proceso creador de la ciencia arranca del reconocimiento de problemas y culmina con la construcción de teorías, cosa que a su vez plantea nuevos problemas, entre ellos el de contrastación de las teorías. Todo lo demás es aplicación de las teorías: a la explicación, a la predicción o a la acción; o bien es contrastación de las teorías”⁴.

Entre otras definiciones de ciencia, se pueden traer a colación las siguientes:

“La ciencia constituye un bien en sí misma, como sistema de ideas establecidas provisionalmente (el conocimiento científico, cuyo contenido siempre ha de poder ser sometido a revisión) y como actividad productora de nuevas ideas (investigación científica).”⁵

“La ciencia es una búsqueda de la verdad y el entendimiento de la naturaleza a través de la adquisición e interpretación de información derivada de la observación y la experimentación”⁶

“La ciencia como el conocimiento organizado de los fenómenos naturales y el estudio racional de las relaciones existentes entre los conceptos con los que expresamos esos fenómenos”⁷

⁴ Bunge, Mario *ob.cit.* p. 187

⁵ Asensi-Artiga, Viviana, Antonio Parra-Pujante. El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. Anales de documentación no. 5 : 9-19, 2002 p.10

⁶ Pérez Montfort, Ruy. Reflexiones matutinas sobre la investigación científica : viernes 10, 7:00a.m.. – México : F.C.E., 1994 p. 14

⁷ Dampier, Sir William Cecil Historia de las ciencias : Enciclopedia sistemática para una cultura universal.— México : Mexicolee, 1944. p. 17

I. Marco Teórico - Conceptual

El hombre siempre está en una búsqueda continua de nuevos conocimientos, los cuales siempre están en continuo movimiento, no se puede decir que el último descubrimiento sería el definitivo en esta búsqueda continua, la creciente especialización y complejidad de la misma ciencia ha favorecido la creación de grupos, o de un colectivo de científicos que colaboran en el planteamiento y desarrollo de una investigación determinada, compartiendo recursos materiales y económicos, para obtener resultados de forma más eficaz y eficiente.

El trabajo científico, que se ha dado a conocer generalmente mediante su publicación, es verdaderamente científico cuando ofrece nuevas ideas o soluciones a problemas, debido a que el ser humano es consciente de los avances que experimenta en el conocimiento y también de los retrocesos. Esta actividad se hace mediante la investigación de la búsqueda desde los vestigios o huellas que otros científicos han ido dejando y que ha permitido considerar a la ciencia como una tradición acumulativa de conocimiento, de tal manera que la investigación científica podría ser calificada de una transacción permanente entre autores que son deudores de los científicos que le han precedido y acreedores que toman las ideas prestadas de los primeros.

La ciencia es el descubrir algo nuevo para lo cual alguien tiene que investigarlo y una vez que esto sucede debe comunicarlo para la transmisión de conocimiento utiliza como medio natural la comunicación científica.

1.2. La Comunicación Científica.

La comunicación científica es un concepto con definiciones muy variadas en la literatura especializada. Sin embargo, para fines de este trabajo se opta por la definición de Borgman, debido a su sencillez y claridad con la que esta autora lo expresa “el proceso mediante el cual los académicos o trabajadores intelectuales de cualquier

campo temático (física, biología, sociales, humanidades, tecnología, entre otros) usan y diseminan información a través de canales formales e informales.”⁸

Para poder tener un acto de comunicación son esenciales, al menos, “seis factores: el emisor, es decir, quien produce el mensaje; un código, que es el sistema de referencia con base en el cual se produce el mensaje; el mensaje, que es la información transmitida y producida según las reglas del código; el contexto, donde el mensaje se inserta y al que se refiere; un canal, es decir, un medio físico ambiental que hace posible la transmisión del mensaje; un receptor (u oyente), que es quien recibe e interpreta el mensaje”⁹

De acuerdo con esta definición, el proceso consiste en transmitir un conjunto de datos, que pueden ser conocidos o no por el receptor antes del acto de la comunicación. No obstante, para poder comprender el mensaje, ambos comparten el mismo código, la relación entre el receptor y el emisor puede ser bilateral y reversible ya que cualquiera puede tomar el papel de emisor y otro de receptor o viceversa en un acto de comunicación continua. En nuestro caso, el canal serán los artículos y el contexto serían las revistas en donde estos se encuentran. Una manera gráfica de representar este proceso se encuentra en la figura 1.

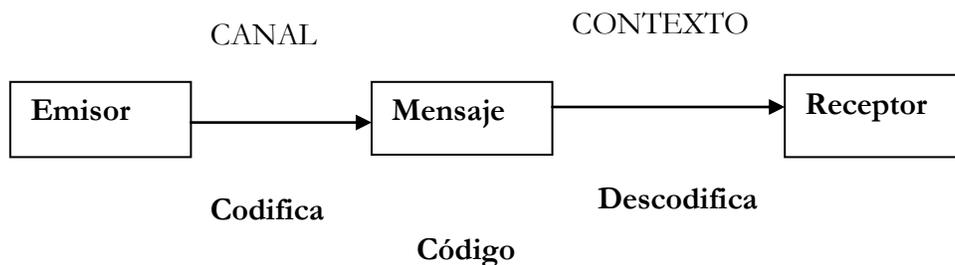


Figura 1: Esquema general de la teoría de la comunicación¹⁰

⁸ Borgman, C. L. Ed. Scholarly Communication and Bibliometrics . —Newbury Park, CA: Sage Publications., 1990 p.14

⁹ Ricci Bitti, Pio E. La comunicación como proceso social. —México : Grijalbo, 1990 p.25

¹⁰ Ibidem. p. 26

I. Marco Teórico - Conceptual

La comunicación como una dinámica del conocimiento se daría en un proceso permanente de dialogo e interacción con la realidad, donde se irían descubriendo indicios interpretando textos y relacionándolos para construir nuevos sentidos, aportándole de esta manera, nuevas formas de interpretar el conocimiento.

La comunicación científica es esencial en el proceso de investigación si se quiere que ésta sea conocida por el resto de la comunidad. Así mismo las sociedades modernas pueden caracterizarse por su eficiencia en el flujo de la información entre los sistemas comunicativos que las forman. Se entiende por sistema de comunicación aquel conjunto de individuos cuyo producto final ante la sociedad son comunicaciones formales, es decir, productos avalados por el sistema que tiene cierta permanencia. En la actualidad el sistema de productividad científica tiene procedimientos globalmente aceptados para validar y difundir los resultados, la inserción de los científicos en grupos de calidad internacional es esencial para lograr el éxito y reconocimiento deseado, la pertenencia a grupos y redes internacionales se ha convertido en una práctica necesaria.

“La comunicación es pues uno de los aspectos fundamentales del estudio social de la ciencia. No podemos separar la comprensión histórica y social de la producción del conocimiento, de las dinámicas de comunicación que se van estableciendo en los procesos de creación, institucionalización, difusión distribución, asimilación, apropiación, confrontación y modificación del conocimiento”¹¹

Para una comunidad científica es importante el tener reconocimiento de unos con otros para poder validar el conocimiento y otorgarle credibilidad a su trabajo, así como también poder ser reconocidos por el mismo colectivo. Ya que para poder ser

¹¹ Delgado R. Magola y Emilio Quevedo V. comp. La popularización de la ciencia y la tecnología : reflexiones básicas. – México : Consejo de las Naciones Unidas para la Educación, de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y El Caribe ; F.C.E., 1997 p. 105

aceptados por la comunidad científica deben darse a conocer a la misma, esto podrá ser de manera formal o informal.

Por lo tanto, podríamos decir que para que llegue hasta el lector un artículo, antes debió existir una persona o grupo de ellas que se plantean un problema o hipótesis, que trabajaron juntos basándose en los antecedentes del tema y que después de un análisis e investigación arribaron a un nuevo conocimiento, el cual comunicaron por canales formales, tales como el conocido artículo científico, la monografía o los artículos en extenso, entre otros.

De acuerdo con el astrónomo André Heck¹², quién realizó el esquema siguiente de comunicación en astronomía, se muestra de una manera gráfica cómo se lleva a cabo la comunicación de esta comunidad, la figura 2, nos muestra desde por qué se da la comunicación entre los astrónomos, a través de que formatos se realiza ésta que puede ser desde la información impresa, hasta por medios electrónicos, nos muestra como se realiza esta intercambio de información utilizando publicaciones impresas o por medios electrónicos, así como en las diferentes reuniones o congresos les va a permitir el intercambio de ideas, también nos señala con quienes se realiza este intercambio que es entre sus pares pertenecientes a esta comunidad científica, así como entre astrónomos aficionados. Y por último nos muestra los lugares en que se realiza este intercambio como son en los observatorios e instituciones académicas principalmente.

¹² Heck, A. "Astronomy professional communication" En : Astronomy communication / Eds. A. Heck, C. Madsen. -Netherlands : Kluwer, 2003 p.204

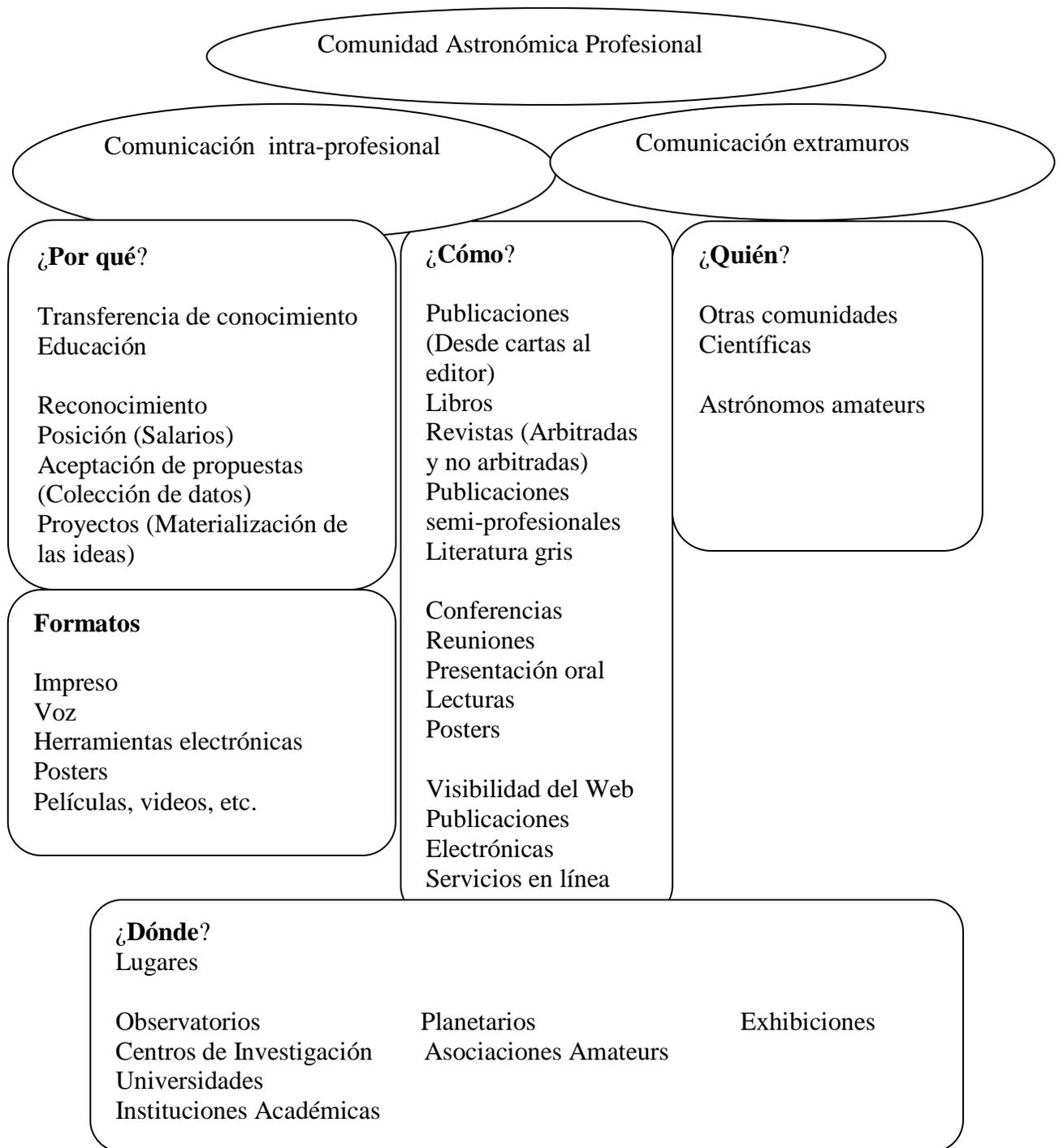


Figura 2: Modelo de comunicación científica para la comunidad de astrónomos, modificado según la versión de André Heck

1.3. Marco de Referencia: Origen del Instituto de Astronomía.

El antecedente del IA se remonta al año de 1845 cuando en el cerro de Chapultepec se instaló el Colegio Militar, en donde el general don Pedro García Conde ordenó la construcción de un observatorio astronómico que fue provisto de magníficos instrumentos y un telescopio que se mandó fabricar en Francia. En 1867 en el Palacio Nacional se instaló lo que propiamente podríamos decir fue el Observatorio Astronómico Nacional, antecedente del actual IA. Desde aquí se transmitían señales telegráficas para determinar la longitud respecto al meridiano de México. Se puede decir que también comienza su vida académica por esa época, de acuerdo con el hecho histórico, señalado en la introducción de este trabajo, que se refiere al viaje de una comisión al Japón para observar el paso de Venus por el disco solar bajo el mando de don Francisco Díaz Covarrubias, esta expedición a pesar de sufrir algunas penalidades fue todo un éxito.

El general don Vicente Riva Palacio que era, en 1876 Ministro de Fomento encarga al ing. Ángel Anguiano a formular un proyecto y presupuesto para la construcción de un edificio para el observatorio. Así el 5 de mayo de 1878 en el castillo de Chapultepec dieron comienzo formalmente las labores del Observatorio Astronómico Nacional, siendo director el mismo ingeniero Anguiano. En 1890 se instala en el Observatorio un telescopio proveniente de Irlanda especialmente construido para tal actividad, a éste se le denominó “Carta del Cielo”. En 1908 se termina de construir en Tacubaya a una altura sobre el nivel del mar de 2297 metros, distando de la Ciudad de México a unos 8 kilómetros el edificio que albergaría al Observatorio Astronómico Nacional por poco más de 60 años. La sección de meteorología pasa en 1917 a depender del Observatorio Meteorológico, separándose así del astronómico. En 1921 el observatorio ingresa a la Unión Astronómica Internacional fundada en 1920 a la cual hasta nuestros días sigue perteneciendo.

El Observatorio Astronómico Nacional se incorpora a la Universidad Nacional en el decreto de autonomía en 1929, el Consejo Universitario le cambiaría de nombre a Instituto de Astronomía en 1967. “La fundación de la Facultad de Ciencias en 1939 y de los Institutos de Física y de Matemáticas, la Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de México promulgada en 1945, así como la construcción de la Ciudad Universitaria y el establecimiento de la carrera de investigador de tiempo completo, crean las bases para el florecimiento global de las ciencias en la UNAM y en particular para el renacimiento del Observatorio Astronómico Nacional¹³

Al jubilarse el Ing. Gallo en 1946, es nombrado director en 1948 el doctor Guillermo Haro. Y es en esta administración donde se forma el primer grupo de astrónomos profesionales, a quienes mandan a obtener el grado de doctor a los Estados Unidos. Entre ellos destacan Arcadio Poveda y Eugenio Mendoza quienes fueron los primeros en ir a estudiar al extranjero y regresar con su doctorado a trabajar a México, ya que antes había ido Guido Munch, pero él prefirió trabajar en el extranjero, más tarde en los años 60 lo harían Silvia Torres y Manuel Peimbert.

Con el crecimiento de la Ciudad de México el edificio de Tacubaya se encontraba en plena zona urbana, por lo que se decidió establecer un sitio de observación contiguo al observatorio astrofísico de Tonantzintla en Puebla. Esta institución fue fundada en 1942 gracias al esfuerzo de Luis Enrique Erro. Este observatorio adquirió, gracias al apoyo del Presidente Manuel Ávila Camacho, un telescopio conocido como Cámara Schmidt debido al nombre de su creador, Bernhard Schmidt óptico del Observatorio de Hamburgo. En los años 50 el trabajo astronómico provenía de las observaciones hechas con este telescopio.

¹³ Poveda, Arcadio, Allen, C. “Instituto de Astronomía” En : La investigación científica de la UNAM 1929-1979. – México : UNAM, 1987 vol.1 p.118

Uno de los astrónomos en aquel entonces Guillermo Haro “logró desarrollar programas de observación que produjeron datos y descubrimientos notables en muy pocos años. En sus estudios de la conocida nebulosa de la Constelación de Orión encontró siete objetos caracterizados en las placas espectrales rojas de Tonantzintla”¹⁴. Objetos que después serían conocidos como “objetos Herbig-Haro” siendo su estudio de gran importancia ya que tienen que ver con las primeras etapas de la evolución estelar.

En 1954 se trasladan del edificio de Tacubaya a la Torre de Ciencias en la Ciudad Universitaria, los instrumentos pequeños, las oficinas y la biblioteca. Los instrumentos más grandes son llevados a Tonantzintla, Puebla. En 1955 comienza la primera fase del periodo de consolidación del Observatorio Astronómico Nacional y así se desencadenaron varios eventos, como fueron; la adquisición de nueva tecnología, la instalación de oficinas y equipos de investigación en la Torre de Ciencias en Ciudad Universitaria y quedando la dirección del Observatorio de Tacubaya y Tonantzintla, junto con la del Observatorio Astronómico Nacional centralizada bajo la dirección de Guillermo Haro. Más tarde se establecen cursos de astronomía en la Facultad de Ciencias, como parte de la carrera de física.

Simultáneamente a la transformación del Observatorio Astronómico Nacional en el Instituto de Astronomía en 1967, el sitio de Tonantzintla resulta insatisfactorio por el crecimiento de la ciudad de Puebla y Cholula. Así en 1966 se comienza a buscar un lugar idóneo para la construcción del Observatorio, éste se encontró en la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California Norte siendo una “de las tres regiones en el mundo con la mejor calidad de cielo para realizar observaciones (las otras dos se localizan en Hawái y el norte de Chile). En 1971 la UNAM instaló los telescopios de 1.5 m y de 84 cm. de

¹⁴ Moreno Corral, Marco A. “Telescopios que han influido en el desarrollo de la astronomía y la astrofísica en México” En Quipu vol.8 : 1, 1991 p.59

I. Marco Teórico - Conceptual

diámetro en medio del Parque Nacional de San Pedro Martir¹⁵. En 1975 por decreto presidencial es otorgada una parte de este parque a la UNAM. “Actualmente, el equipo para el telescopio de 2.1 m está al nivel de los mejores telescopios de su clase en el mundo. Observaciones realizadas en estos telescopios y sus instrumentos periféricos¹⁶ han dado lugar a un gran número de trabajos de investigación con resultados astronómicos originales que se han publicado en revistas especializadas de gran prestigio.

Por otra parte el programa de posgrado en ciencias (astronomía) fue aprobado en 1999 en la Facultad de Ciencias de la UNAM. El programa es considerado por CONACYT como un posgrado de excelencia, en la actualidad está conformado con 72 estudiantes de los cuales 22 están haciendo tesis de doctorado, 27 estudiantes se encuentran estudiando la maestría, 16 están realizando tesis de licenciatura, y siete están en la modalidad de estudiante ayudante.

En la actualidad la misión del Instituto “es hacer investigación en astronomía, astrofísica e instrumentación astronómica, y formar personal calificado en estas áreas, así como operar el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y realizar labores de divulgación científica.”¹⁷ El cuerpo académico del IA de la UNAM se encontraba conformado de acuerdo al informe del IA del 2002, por dos investigadores eméritos, catorce investigadores titulares C, dieciséis investigadores titulares B, veintisiete investigadores titulares A, veintisiete investigadores asociados C y 59 técnicos académicos.

Las principales líneas de investigación de acuerdo a Manuel Peimbert y Rafael Costero en su artículo “Logros y perspectivas del Instituto de Astronomía,” se encuentran

¹⁵ Koenigsberger Horowitz, Gloria “Perspectiva histórica” En : Informe de Astronomía Observatorio Astronómico Nacional 1990-1998. – México : Instituto de Astronomía, 1998 p.12

¹⁶ Koenigsberger Horowitz, Gloria ob.cit p. 13

¹⁷ Coordinación de la Investigación Científica ed. El subsistema de la Investigación Científica 1999. – México: UNAM, Coordinación de la Investigación Científica, 1999 p.29

agrupadas en nueve áreas de investigación las cuales son: medio interestelar, astronomía estelar, astronomía galáctica, astronomía extragaláctica, cosmología, instrumentación astronómica, sistema planetario, arqueoastronomía e historia de la astronomía y efemérides astronómicas.

Entre los premios y distinciones que han recibido algunos miembros de este instituto se pueden mencionar “6 Premios Nacionales, 7 premios de la Academia de la Investigación Científica, 7 premios UNAM, 3 Cátedras Patrimoniales del CONACYT, Nivel I, 3 Medallas Académicas SMF, 2 Premios Academia de Ciencias del tercer Mundo, 2 Medallas Guillaume Bude, 1 Premio Lomonosov, 1 Premio Kalinga, UNESCO, 1 Premio Rossi, American Astronomical Society, 1 Premio Manuel Noriega, OEA, 1 Medalla Lázaro Cárdenas, IPN, 1 Premio Trumpler, Astronomical Society of the Pacific y 1 Premio Henry Chretien, American Astronomical Society”¹⁸

El personal académico de esta institución tiene un alto reconocimiento a nivel nacional e internacional de los cuales, 62 de ellos, se encuentra en el Sistema Nacional de Investigadores en la siguiente proporción diez en el nivel III, veintiocho en el nivel II, veinticuatro en nivel I, y un candidato. Los demás se encuentran en la siguiente situación: son investigadores posdoctorales que no pueden aspirar al Sistema, o se han incorporado recientemente al Instituto, por lo que su ingreso al SNI está en proceso, o son visitantes. Seis de los técnicos académicos pertenecen al SNI y uno de ellos es nivel III.

¹⁸ Peimbert, Manuel, Costero, Rafael “Logros y perspectivas del Instituto de Astronomía” En : Torres-Peimbert, S. comp. Logros y perspectivas del Instituto de Astronomía.. – México : IA, 1998 p.13

II. Metodología

Para poder identificar las características de la producción científica en la comunidad objeto de estudio, se recopilaron los artículos publicados en revistas arbitradas de acuerdo con dos fuentes que contenían los años correspondientes al periodo 1993 a 1998 del catálogo latinoamericano de programas y recursos humanos en física, publicados por la Sociedad Mexicana de Física y la Federación Latinoamericana de Sociedades de Física, y el periodo comprendido de 1999 a 2002 de los informes publicados por el mismo IA, por considerar que el estudio comprendido durante una década nos va a mostrar las tendencias y conducta de los autores en este instituto. Con la lista de los artículos se procedió a localizar y fotocopiar la portada y sus respectivas referencias. No se tomaron en cuenta aquellos artículos de investigadores que, aunque aparecían en los informes, el nombre del Instituto de Astronomía, no aparecía el la fuente.

Con el procedimiento anterior se diseñaron las fuentes de información a partir de las cuales se identificaron las unidades de análisis y observación, además se seleccionaron las variables a cuantificar de cada bases de datos, así como los métodos, modelos matemáticos e indicadores bibliométricos aplicados a las frecuencias de cada variables.

Los elementos metodológicos descritos en el párrafo anterior permitieron conformar un Modelo Metodológico que sirvió de guía para el desarrollo de la investigación, cuyos elementos y relaciones pueden ser observados en la figura 3 que se presenta a continuación.

FUENTES UTILIZADAS

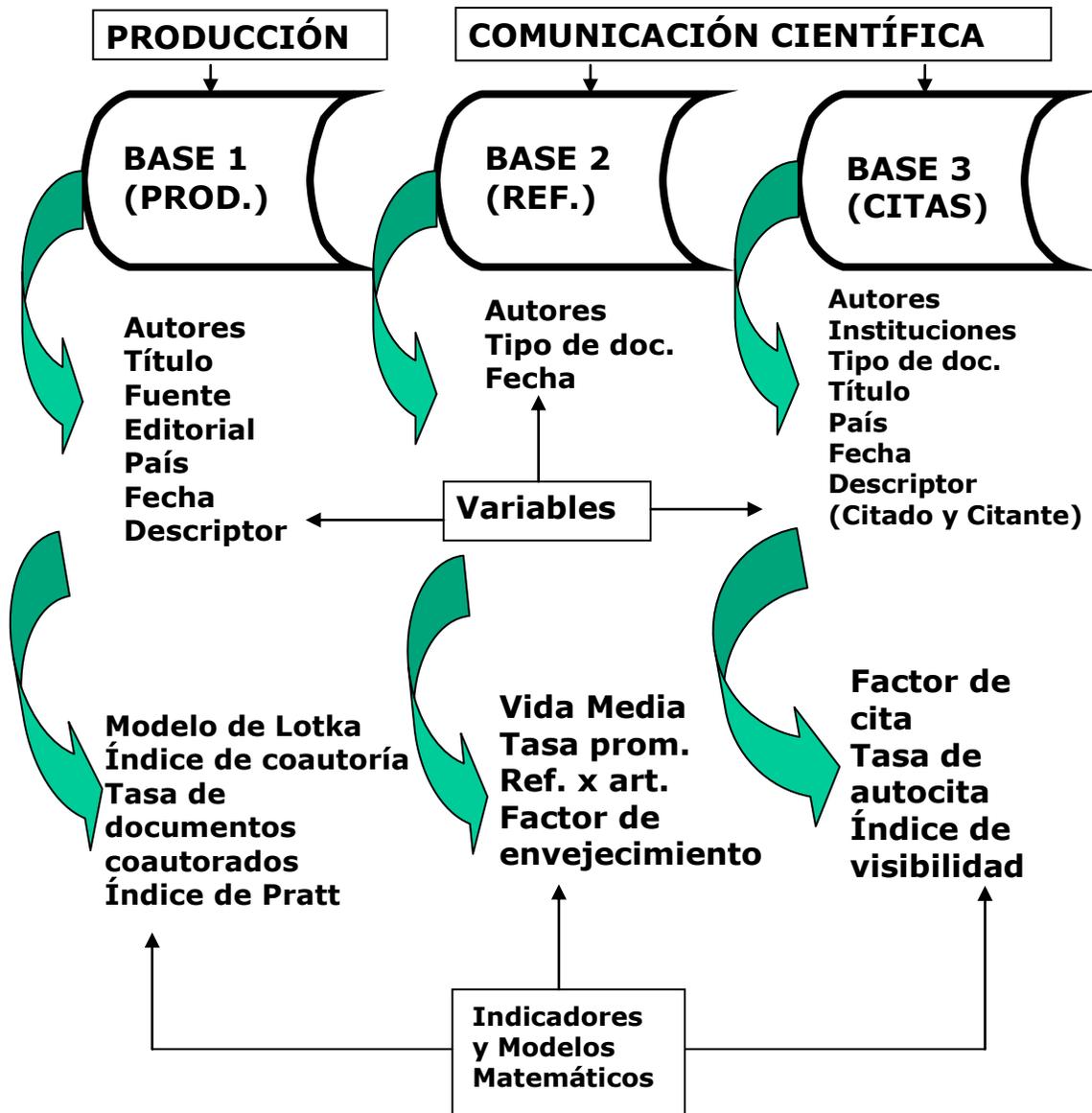


Figura 3: Modelo metodológico para el estudio de la producción y comunicación científica en astronomía

A continuación se describen cada uno de los elementos que integran este modelo, con el propósito de que sirva también de guía para aquellos que quieran realizar otro estudio similar, en esta u otra temática, observando esta metodología.

2.1. Fuentes de información utilizadas

Las definiciones metodológicas anteriores permitieron la creación de tres bases de datos diseñadas en el gestor de Microsoft Access®. La primera compila los artículos publicados (documentos fuente) por la comunidad astronómica, que aparecen en los catálogos Latinoamericanos de programas y recursos humanos en física o en los informes anuales del IA desde 1993 hasta 2002 con un total de 792 registros bibliográficos (BAS1). La segunda base de datos corresponde a las referencias de cada uno de los documentos fuente que se encuentran en la primera base de datos, la cual contiene 30 233 registros bibliográficos (BAS2). La tercera base de datos está constituida por las citas recibidas por cada uno de los documentos fuente, esta base contiene 11 137 registros bibliográficos, obtenidos del Science Citation Index en el periodo comprendido de 1995 hasta Diciembre del 2004. La diferencia entre los años de los documentos fuente y las citas obtenidas es debido a que la búsqueda se hizo en línea desde la Web de la UNAM donde se tiene acceso a partir de 1995 y no antes.

2.2. Unidades de análisis y observación

Las unidades de análisis y observación seleccionadas para este estudio se corresponden con los asientos bibliográficos de la producción científica generada por el IA-UNAM, en los años antes señalados, con las referencias de la información utilizadas en cada documento fuente y las citas recibidas a los documentos fuente por el Science Citation Index en el periodo comprendido de 1995 a 2004. Del análisis de estas unidades de observación se obtuvieron las variables que se describen a continuación:

2.3. Variables utilizadas

Las variables utilizadas para analizar la producción (documentos fuente) fueron:

- Tipo de documento general.
- Tipo de documento específico.
- Título de la fuente.
- Editorial de la publicación.
- País de edición.
- Año de publicación.
- Idioma.
- Primer autor.
- Segundo autor.
- Tercer autor hasta 20 autores.
- Primera palabra clave.
- Segunda palabra clave.
- Tercera palabra clave.
- Volumen de la fuente.
- Número de la fuente.
- Año de publicación de la fuente.
- Páginas del documento fuente.

Las variables utilizadas en las referencias fueron:

- Tipo de documento.
- Soporte físico.
- Primer autor.
- Segundo autor.
- Tercer autor.

Si la referencia es una monografía las variables seleccionadas fueron:

- Título.
- Autor.
- Coautores.

Para el caso de las Publicaciones periódicas las variables seleccionadas fueron:

- Título de la revista.
- Volumen.
- Número.
- Año de publicación.
- Página.

Cuando la referencia era una ponencia presentada en un evento científico:

- Evento.
- Sub – evento.
- Número de evento.
- Lugar.
- País.

El análisis de estas variables permitió dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este trabajo, los cuales como ya se explicó de forma más explícita en la introducción, van orientados a identificar características generales de la producción científica de esta comunidad, con el propósito de describir las regularidades que determinan su comportamiento, así como determinar otras regularidades de la comunicación científica, mediante el empleo de indicadores tales como: la vida media de los documentos fuente, el núcleo de autores más productivos, éste último mediante la aplicación del Modelo Matemático de Lotka y la comprobación de su postulado teórico,

el núcleo de revistas más citadas, así como los nexos informativos presentes en el uso que hacen de la información los investigadores para constatar sus resultados científicos.

Con las tablas de frecuencias, que se obtuvieron por variables se calcularon los indicadores y modelos métricos de la información, para poder realizar las interpretaciones correspondientes y analizar su comportamiento bibliométrico de esta investigación.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se establece el límite espacial de este trabajo a partir de la producción científica generada por el IA-UNAM y la información científica utilizada en la publicación de sus resultados, así como a las citas recibidas por ésta. Mientras que para el límite temporal se ha seleccionado un período de diez años, comprendido entre 1993 a 2002 para los documentos fuente. Y de 1995 al 2004 para la reoperación de la citas en el ISI Web Science.

2.4. Métodos, Modelos Matemáticos e Indicadores Bibliométricos empleados.

Desde principios del siglo XX se vienen empleando, de forma más frecuente, indicadores bibliométricos para medir la actividad científica. Estos estudios se encuentran basados en el análisis estadístico de los datos cuantitativos proporcionados por la literatura científica y técnica.

El enfoque bibliométrico conlleva el uso y la aplicación de métodos cuantitativos (indicadores y variables) a la literatura científica generada por las diferentes comunidades científicas, con el objeto de obtener datos que puedan aportar conocimiento acerca de las características sobre las regularidades que presenta su producción científica.

Un indicador es un parámetro que se utiliza para evaluar cualquier actividad. En este caso nos referiremos a la producción del IA. De acuerdo con Sancho los resultados que se pueden obtener al usar los indicadores bibliométricos son:

- a) “El crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados en él;
- b) El envejecimiento de los campos científicos, según la “vida media” de las referencias de sus publicaciones;
- c) la evolución cronológica de la producción científica, según el año de publicación de los documentos;
- d) la productividad de los autores o instituciones, medida por el número de sus trabajos;
- e) la colaboración entre los científicos o instituciones, medida por el número de autores por trabajo o centros de investigación que colaboran;
- f) el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, medido por el número de citas que reciben éstas por parte de trabajos posteriores;
- g) el análisis y evaluación de las fuentes difusoras de los trabajos, por medio de indicadores de impacto de las fuentes;
- h) la concentración-dispersión de las publicaciones científicas entre las diversas fuentes”¹

¹ Sancho, Rosa “Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica” En : Rev. Esp. Doc. Cient. Vol.13 :3-4, 1990 p.843

Gorbea-Portal explica que si se parte del punto de vista cuantitativo, en un estudio bibliométrico, esto va a permitir identificar diversas variables que van a arrojar; ya sea por medios manuales o automáticos, “la obtención de tablas de frecuencias en cantidades absolutas y relativas, que facilitan la aplicación de indicadores, métodos y modelos matemáticos en la búsqueda de tendencias o regularidades que conducen al conocimiento del ciclo de creación intelectual en todo un flujo de información documental”.²

Este enfoque y la delimitación de los elementos metodológicos anteriores facilitan la aplicación de un sistema de indicadores, métodos y modelos matemáticos, a través de los cuales se determinan las regularidades identificadas, según los objetivos propuestos. A continuación se presentan la selección, definición y formulaciones matemáticas de los indicadores utilizados en este estudio.

2.4.1. El Modelo Matemático de Lotka

En 1926, Alfred J. Lotka, publicó un artículo sobre la distribución y la frecuencia de la productividad científica. Él estaba interesado en determinar la posibilidad de medir las contribuciones científicas en determinado tema. En este estudio basándose en el índice del Chemical Abstracts (1907-1916), analiza las frecuencias de aparición de los autores, un proceso similar lo realiza con el índice de Auerbach's *Geschichtstafeln der Physik*. Al comparar ambas frecuencias encuentra el número de autores que publicaron n número de artículos en estos temas, estos autores presentan una frecuencia de aparición de 1,2,3... n número de artículos lo que gráfica contra el número de autores n es decir 1,2,3... n autores, y ambas variables las proyecta sobre una escala logarítmica. Con la distribución de estas frecuencias él observó que los porcentajes de los datos,

² Gorbea-Portal, Salvador “Principios teóricos y metodológicos de los estudios métricos de la información” En : Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información vol.8 : 17, 1994 p.28

correspondientes a los autores de una sola contribución, representaban el 60%, del total de la muestra. Con estos resultados se observó que los datos de la frecuencia seguían un comportamiento que respondía a una relación del inverso del cuadrado entre los autores que producían una contribución y los que producían **n** contribuciones, lo cual formuló de la manera siguiente:

$$y = \frac{c}{x^n} \quad \text{ó} \quad f(x) = \frac{c}{x^n}$$

Donde:

x = Producción científica o número de artículos producidos

y = Número de autores que producen **x** artículos

C = Es el número de autores que realizan una aportación. (Valor absoluto o constante para cada muestra en particular) ³

De la formulación general de este modelo se infiere que para el caso particular del inverso al cuadrado de Lotka es $n=2$.

Por lo que la expresión de la productividad de un autor se podría definir; como el logaritmo del número de los artículos publicados, en un lapso de tiempo específico, y la relación que existe entre los autores que hacían una contribución, es igual al inverso del cuadrado de los que aportan **n** contribuciones.

La productividad de los autores se mide a través del número de publicaciones producidas por un investigador, grupo de investigación, institución editora o país en un período de tiempo.

³ Gorbea-Portal, Salvador. El Modelo Matemático de Lotka: Su aplicación a la producción científica latinoamericana en ciencias Bibliotecológica y de la Información. México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, 2005. p. 3-10

Los estudios de productividad de los autores han sido investigados no sólo por Lotka, sino también por Price, en ambos casos dan como resultado la existencia de un pequeño grupo de personas o élite muy productiva al lado de un gran número de autores que apenas publican.

2.4.2. Visibilidad de autores.

El logaritmo de la cantidad de citas que reciben los autores de los artículos divididos entre la cantidad de trabajos por ellos publicados, expresa la tasa de visibilidad que éstos alcanzan en su comunidad y puede ser formulado como:

$$V = \frac{\text{Log}Cb}{A}$$

Donde:

$V=$	<i>Visibilidad de un autor</i>
$\text{Log } Cb=$	<i>Logaritmo de las citas recibidas</i>
$A=$	<i>Producción científica del autor</i>

Platz (1965) demuestra que la distribución de citas entre autor sigue la ley de Lotka. Es decir que el logaritmo de las citas provocadas por los trabajos publicados por un autor en un contexto dado, puede tomarse como un índice de visibilidad de su obra.

2.4.3. Proporción de instituciones editoras, según lugar de edición.

El estudio de las instituciones públicas o privadas responsables de la edición y su tipología, ya sea éstas comerciales, gubernamentales o académicas, permite obtener un

panorama en los que se mueve una disciplina, así se puede ver qué instituciones y en qué medida son las de mayor productividad. Los lugares de publicación, además de mostrar las áreas geográficas más prolíferas, ayudan en la observación de tendencias ya sean éstas centralistas o regionales en la investigación de un país

2.4.4. Índice de coautoría y tasa de documentos coautorados.

Para determinar la actividad y cooperación que existe entre un colectivo, se utiliza este índice, firmas/artículos o tasa de coautoría, basados en que el número de artículos producidos por dicho grupo de investigación es proporcional a su actividad investigadora, además de mostrar el grado de colaboración. “La participación de varios autores en la elaboración de un trabajo viene desde el siglo XVII en que comenzaron a surgir las primeras sociedades científicas francesas. Hasta nuestros días, se observa un gran incremento en el número de autores que colaboran en la realización de los trabajos”⁴. Actualmente la media de firmas por trabajo varía según la materia, pero de acuerdo con Sancho se puede considerar para las ciencias exactas y naturales entre 2.5 y 3.5 de firmas por artículo.

El orden de firmas puede no ser muy claro, lo más usual es que firme en primer lugar el investigador que va liderando el trabajo. En ocasiones esto no es así, a veces se le da preferencia al estudiante que apenas comienza, también el lugar que ocupan los coautores no necesariamente muestran el grado de colaboración. En algunos investigadores existe el hábito de que los coautores aparezcan en orden alfabético.

2.4.5. Índice de concentración de Pratt.

⁴ Sancho, Rosa “Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica” En : Rev. Esp. Doc. Cient. Vol.13 :3-4, 1990 p.850

“Este indicador mide la proporción en la que se encuentran un conjunto de ítems (artículos de revistas) de acuerdo con las categorías en las que éstos son clasificados o indizados”⁵, Su autor Alan Pratt comenta que el “campo temático se divide en categorías, y algunas pueden ser usadas como clasificación, por lo que asume que hay n categorías, a cada artículo le asigna principalmente una, aunque pueden estar representadas por varias, el número de artículos en cada categoría se cuentan y las mide 1, 2, 3,..., n categorías que se van asignando en frecuencia decreciente”⁶ es decir por frecuencia de importancia, lo cual indica como se concentran un conjunto de artículos en un grupo de categorías temáticas, lo que permitirá descubrir la evolución de las corrientes investigadoras, y los aspectos que en mayor o menor medida interesan a una comunidad, este estudio puede llevarse a cabo:

- A través de las palabras claves del título y/o del resumen.
- Por medio de los descriptores temáticos, o
- Por la clasificación que representen el contenido de los documentos.

Y su interpretación puede llevarse a cabo a partir del:

- Número de trabajos publicados sobre un tema.
- Evolución cronológica de una disciplina o sub-disciplina.
- Tendencias y moda.
- Interrelación de una disciplina con otras a través del uso de conceptos comunes.

Su formulación matemática puede ser representada como:

$$C = \frac{2 \left[\frac{(n+1)}{2} - q \right]}{n-1} \quad \text{Donde: } 0 \leq C \leq 1$$

⁵ Gorbea-Portal, Salvador “Producción y comunicación científica latinoamericana en ciencias bibliotecológica y de la información” En : Tesis doctoral, 2004 p.222

⁶ Pratt, Allan D. “A measure of class concentration in bibliometrics” En : JASIS sept., 1977 p.286

C = Índice de concentración de Pratt.

n = Número de categorías temáticas que contiene el título estudiado.

q = La \sum del producto del rango por la frecuencia de una categoría dada, dividido por la cantidad de ítems o artículos en todas las categorías; es decir:

$$q = \frac{\sum (r)(f)}{a}$$

Donde:

r = Rango

f = Frecuencia

a = Cantidad de artículos de todas las categorías ⁷

2.4.6. Indicadores de obsolescencia

Dentro del estudio del comportamiento de una comunidad se encuentran las fuentes que ésta utiliza para la publicación de sus investigaciones, un factor importante es la “vigencia” que la información tiene a través del tiempo, dicho de otra forma, la pérdida de utilidad, envejecimiento u obsolescencia que alcanza la literatura referenciada. Para medir la regularidad de la obsolescencia en este estudio se utilizan los indicadores siguientes:

2.4.6.1. Índice de Price

Price comenta que para poder explicar la gran ciencia se debe partir de evidencias estadísticas extraídas de “numerosos indicadores numéricos de varios campos y

⁷ Gorbea Portal, Salvador “Producción y comunicación científica latinoamericana en ciencias bibliotecológica y de la información”.—Tesis Doctoral, 2004, p.222

aspectos de la ciencia. Todos ellos muestran con impresionante consistencia y regularidad que, si se mide de manera razonable una zona científica suficientemente amplia, el modo normal de crecimiento es el exponencial. Es decir que la ciencia crece, multiplicándose por una cantidad determinada en iguales períodos de tiempo”⁸ la ley del crecimiento exponencial resulta de la proporción al tamaño de la población o sea cuanto más grande es una cosa, más de prisa crece. Basado en esto, él formuló una ley según la cual el crecimiento de la ciencia es exponencial, siendo su ritmo más rápido que la mayoría de los fenómenos sociales. Mientras que la población se duplica cada 50 años, la literatura científica se convierte en el doble en 10 años. Como consecuencia de este crecimiento Price habla de la “contemporaneidad” de la Ciencia, fenómeno que puede ser corroborado debido a que el 87% de los científicos que han existido en la era moderna están vivos.

Ahora bien, el crecimiento no es indefinido hasta llegar al infinito, “por el contrario, el crecimiento exponencial alcanza en un momento dado un determinado límite, a partir del cual el proceso se debilita para detenerse antes de llegar al absurdo. Esta función más realista es la generalmente conocida como curva logística”⁹ con una aproximación de orden cero, la curva logística estará limitada por el valor inicial del índice de crecimiento, usualmente cero y por un techo, que será el último valor después del cual el crecimiento no puede continuar en su manera acostumbrada.

Las reflexiones anteriores sobre el crecimiento exponencial de la ciencia le permitieron a Price observar y medir la obsolescencia como otra regularidad muy asociada al crecimiento. Además de observar que entre ambas existía un comportamiento directamente proporcional, es decir mientras más alto es el ritmo de crecimiento de la literatura científica, expresión directa del crecimiento de la ciencia, mayor será su ritmo de obsolescencia o envejecimiento.

⁸ Price, Derek J. de Solla. Hacia una ciencia de la ciencia. – Barcelona : Ariel, 1973. p.37

⁹ ----- ob.cit. p. 55-56

En este sentido, y desde esta perspectiva, Price propuso su conocido índice homónimo, el cual permite medir la tasa de referencias operativas presentes en los documentos científicos y cuya formulación matemática puede ser representada como:

$$I_p = \frac{\sum R_o}{\sum R_t}$$

Donde: $1 \geq I_p \geq 0$

R_o = referencias operativas

R_t = referencias totales (Sumatoria de referencias operativas y de archivo)

Referencias operativas: ≤ 5 años

Referencias de archivo: ≥ 5 años (En relación con la fecha de publicación del documento fuente) ¹⁰

2.4.6.2. Vida media

Burton y Kebbler elaboran el concepto de la “vida media” o “semiperiodo” a partir de la física nuclear siendo en ésta el “tiempo requerido para que se produzca la desintegración de la mitad de los átomos de una sustancia radiactiva”,¹¹ El termino vida-media utilizado en relación con la literatura científica es de acuerdo a estos autores “el tiempo que transcurre durante el cual fue publicada la mitad de la literatura activa”¹².

¹⁰ Price, D. J. S. (1970) “Citation measures of hard science, soft science, technology, and nonscience”.—pp. 3-22.—En: Communication among scientists and engineers / C. E. Nelson and D. K. Pollock (eds).—Lexington, M.A.: Heath. (citado por Gorbea-Portal, S. Tesis Doctoral, 2004 p.284)

¹¹ Burton, R.E., R.W. Kebkler “The “Half-life” of some scientific and technical literatures” En : American Documentation vol. xi, 1960 p.18

¹² ----- “ob.cit.” p.19 (Citado por Gorbea-Portal, S. Tesis doctoral, 2004 p.281)

Por lo que la vida media puede interpretarse como la velocidad en que los documentos se vuelven obsoletos, es decir, dejan de tener impacto y difusión científica. Por ello, su medición se realiza a través de los años de publicación de la bibliografía referenciada en un momento dado.

“Si no aumenta el número medio de referencias por artículo, el semiperiodo o vida media será tanto más corto cuanto más rápido sea el crecimiento de la ciencia en ese campo, ya que, si todos los artículos tienen igual probabilidad de ser referenciados, aparecerá mayor número de referencias a los trabajos más recientes, simplemente porque son más numerosos. Tenemos así dos tipos de literatura científica: la del frente de investigación o efímera y la de archivo o clásica”¹³

2.4.6.3. Envejecimiento de la literatura científica utilizando el Modelo Matemático de Brookes.

Como ya quedó establecido “un problema inseparable del crecimiento de la ciencia es el rápido envejecimiento de la información científica producida; es decir, los científicos utilizan con mayor frecuencia la literatura reciente, por lo que aumenta la tendencia a dejar de consultar publicaciones científicas al poco tiempo de su aparición (obsolescencia)”¹⁴.

A partir de la definición anterior y lo ya expuesto por Price, se puede remarcar que la obsolescencia de la información está dada por el crecimiento de la misma. Brookes, fue el primero en proponer un modelo para estudiar este fenómeno, el cual puede aportar (ya sea de una comunidad o de una revista) su evolución en cuanto a su vigencia en el

¹³Sancho, Rosa “Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica” En : Rev. Esp. Doc. Cient. Vol.13 :3-4, 1990 p.852

¹⁴----- ob.cit. En : Rev. Esp. Doc. Cient. Vol.13 :3-4, 1990 p.844

tiempo, la cual puede ser sincrónica o diacrónica ya sea que esté basada en sus referencias o sea sobre su pasado, o en las citas que la literatura recibirá después de su publicación, es decir hacia el futuro. Brookes aborda el problema de medir el rango de obsolescencia, y señala ocho aspectos que de acuerdo a él se deben tomar en cuenta, los cuales aparecen publicado en su artículo “*The growth, utility, and obsolescence of scientific periodical literature*”, a saber:

- 1°. No hay una medida o rango de obsolescencia de la literatura científica que no esté relacionada directamente a un grupo específico de usuarios, el cual está compuesto por aquellos que generan los artículos.
- 2°. La necesidad de especificar la literatura. La medida general de la obsolescencia de la cual depende el análisis de citación va muy ligada al tipo de literatura que trate el estudio ya que no es lo mismo estudiar la física que la literatura.
- 3°. La necesidad de especificar el tamaño de la muestra. Donde comenta que el tamaño de la muestra a estudiar debe ser significativa para poder ser estudiada estadísticamente.
- 4°. Dificultades del muestreo. La recopilación de los datos debe hacerse ordenadamente ya que la cantidad de éstos debe ser suficiente para que permita llegar a valores verdaderos.
- 5°. El papel de la distribución geométrica. La técnica de graficar tiende a reemplazar el uso de formulas matemáticas.
- 6°. Utilidad. El uso del concepto de utilidad lo emplea como la importancia que tiene el poder señalar los niveles de obsolescencia a un grupo específico de usuarios, para poder prever el uso de una colección.

7°. La brecha entre la teoría y la práctica. La teoría de la obsolescencia en su distribución geométrica es sencilla, y va a indicar entre otras cosas, qué es muy utilizado y qué es poco utilizado, va a servir para la toma de decisiones, así como para saber qué es lo que se puede descartar, qué fuentes alternativas son disponibles. Por lo que sugiere que en las bibliotecas, se realicen pruebas, validaciones y desarrollo de teorías con la aplicación en la práctica.

8°. La necesidad de más datos. La práctica de la obsolescencia en las bibliotecas, va a dar un parámetro más para poder medir el uso de las revistas de una manera real, por lo tanto un parámetro más para la toma de decisiones.

De acuerdo a Brookes “la utilidad residual de un volumen de una revista disminuye según una función exponencial decreciente, desde un valor máximo inicial, denominada utilidad inicial o total, hasta una utilidad nula en un tiempo infinito”¹⁵

$$U(t) = U(0) a^t$$

Donde:

$U(t)$ = utilidad residual

$U(0)$ = Utilidad inicial

a = Factor de envejecimiento anual,

t = Edad de envejecimiento,

$U(0)$ que corresponde a la utilidad inicial o total, y representa el número total de citas, que se espera puede recibir un documento al cabo de X años (en estudios diacrónicos) o el total de referencias que tiene ese documento sea cual sea su edad (estudios sincrónicos). La utilidad estará determinada por el conteo de citas recibidas o por el

¹⁵ Ruiz Baños, Rosario “Métodos para medir experimentalmente el envejecimiento de la literatura científica”
En : Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios no.46, 1997 p. 59

número de referencias. Si se manejan frecuencias relativas de citación, entonces $U(0) = 1$.

La ecuación es siempre decreciente ya que el valor de α es entre 0 y 1. Si α es igual a cero el envejecimiento es inmediato, pero si el valor de α es igual a uno no existe el envejecimiento. Por ejemplo 0.9 nos indica que cada año la utilidad de la literatura estudiada se reduce un 90% con respecto a la del año anterior, lo cual significa que tiene una pérdida de un 10% anual de utilidad.

La t o edad de envejecimiento, es la diferencia entre el año base, considerado como del cual parte el estudio y marca la fecha de publicación del documento y la fecha de publicación de la referencia. Por este método también puede ser calculada la Vida Media de los documentos, la cual se puede definir como:

‘La edad en la cual la utilidad, tanto del número de referencias como el de citas se reduce a la mitad. Si se usan frecuencias relativas, la condición anterior conduce a la expresión siguiente:

$$at = 0.5^{16}$$

La utilización de estos indicadores y modelo de obsolescencia en este estudio permitió identificar el comportamiento de esta regularidad en la literatura utilizada en la producción científica generada por la comunidad de investigadores del IA.

2.5. Herramientas Informáticas

Para el desarrollo de esta investigación se ha utilizado una variada gama de herramientas informáticas centradas fundamentalmente en los paquetes de programas disponible y producidos por *Microsoft Corporation*®, en particular, los pertenecientes al Paquete Ofimático *Office 2000*® en su versión para *Windows 2000*®. De este Sistema se ha utilizado *Word 2000*® para el procesamiento de texto, *Excel 2000*® para el diseño de hojas de cálculo utilizadas en el procesamiento y cálculo de los indicadores de

¹⁶ Ruiz Baños, Rosario *ob.cit* p. 59

Obsolescencia y de los Índices de Concentración, así como para la elaboración de frecuencias, tablas y gráficos. De este sistema de programa se utilizó también el *Microsoft Access 2000*® para el diseño de la base de datos del índice de citas y el lenguaje *Access-Basi*®, diseñada por Salvador Gorbea Portal y cuyo desarrollo del software estuvo a cargo de Roberto Osorio González, programación requerida para el funcionamiento de este índice.

Finalmente, a partir de las tres bases de datos utilizadas en este estudio se obtienen las frecuencias de las variables seleccionadas que permiten la construcción de tablas de frecuencias según variables o combinación entre éstas, así como los gráficos que representan la proporción de los valores observados y la aplicación de los indicadores, métodos y modelos matemáticos utilizados en esta investigación, cuyos resultados son analizados en el capítulo que sigue a continuación.

III. Análisis de los Resultados

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este trabajo, y tomando como base los elementos metodológicos antes descritos, en el presente capítulo se analizan los resultados directos obtenidos con la aplicación de cada uno de los indicadores, métodos y modelos matemáticos, a los datos compilados en las tres fuentes objeto de estudio de esta investigación.

La presentación de estos resultados se ha estructurado de acuerdo con la secuencia siguiente:

- Comportamiento de la producción científica, según variables seleccionadas.
 - Distribución de artículos y autores fuente por año
 - Características de la autoría de documentos fuente
 - Productividad de autores, según el Modelo Matemático de Lotka y su comprobación teórica.
 - Características de los artículos y revistas fuente. Comportamiento de la concentración temática de las revista, según el Índice de Pratt.
 - Instituciones editoras y lugares de edición
 - Relación entre la revista fuente y la autoría

- Comportamiento de la comunicación científica.
 - Análisis de las referencias.
 - Distribución de referencias por país, instituciones, revistas y autores referenciados.
 - Distribución de artículos fuente y referencias por revistas
 - Núcleo de revistas más referenciadas
 - Referencias y documentos fuentes según fecha de publicación

- Estudio de la Obsolescencia
- Características de las citas recibidas
- Distribución de documentos citados y citantes, según tipología documental
- Distribución de autores, revistas, instituciones citadas y citantes.
- Comportamiento de los artículos fuentes en el SCI.

El análisis de estos resultados permitió, a modo de consideraciones finales, esbozar un perfil institucional, a partir de las principales regularidades presentes en la producción y comunicación científicas generadas por la comunidad científica del Instituto de Astronomía de la UNAM, cuyos detalles se presentan a continuación.

3.1. Comportamiento de la producción científica, según las variables seleccionadas.

3.1.1. Distribución de artículos y autores fuente por año.

En la producción científica del IA, durante el periodo comprendido de 1993-2002 y según lo mostrado en la Figura 1, se observa que existe un aumento gradual durante este período, alcanzando un valor máximo en el año 2001 de 120 artículos publicados. Sin embargo en el año 2002 la producción tiene un descenso. Este comportamiento pudiera estar asociado con lo que ocurre de forma similar con los autores, los cuales también descendieron en los últimos dos años de este período.

El volumen de la producción científica en este período de estudio fue de 792 artículos publicados en diversas revistas arbitradas, si se considera que este número total de artículos fueron publicados por 732 autores, entonces se puede comprobar que en promedio cada autor publicó 1.06 artículos.

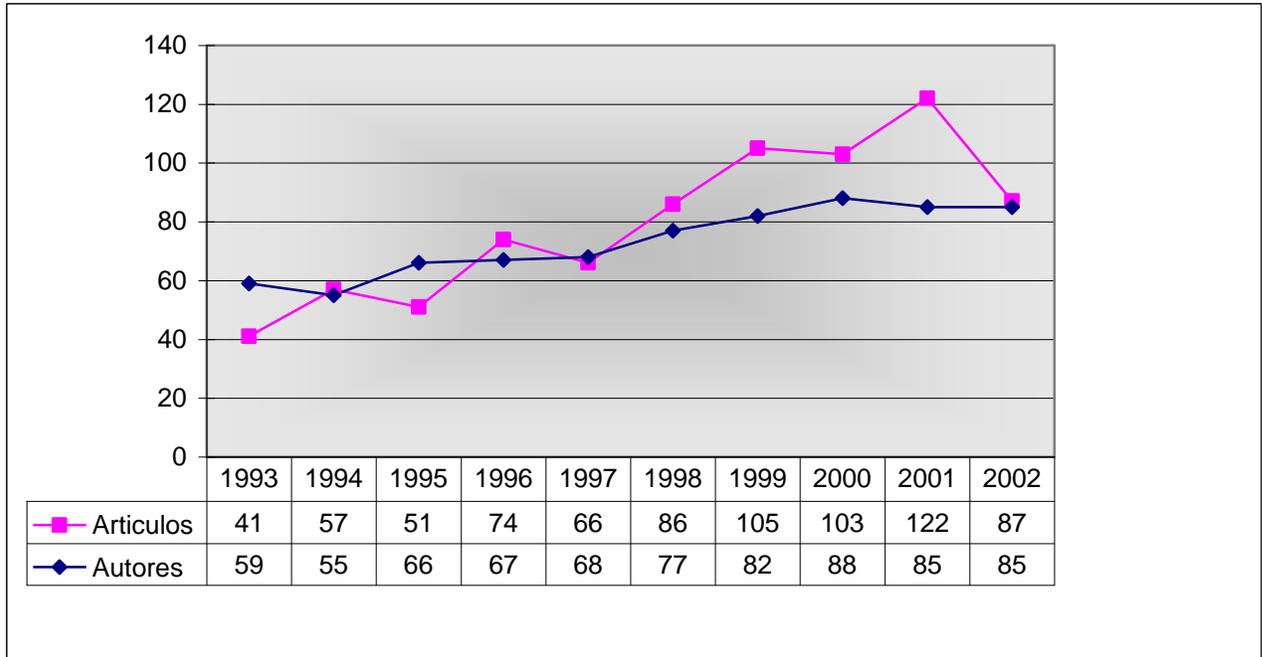


Figura 4. Distribución de artículos y autores del IA por año.

3.1.2. Características de la autoría

Una de las formas de ver el comportamiento de la autoría es a través de dos indicadores muy conocidos, es decir la Tasa de Documentos Coautorados, la cual es *entendida como la proporción de documentos firmados por mas de un autor*¹ y el Índice de Coautoría, útil para determinar la media de firmas por trabajo. De acuerdo con la Tabla 1, se puede observar que entre las proporciones de trabajos firmados con autoría múltiples se destacan los trabajos con tres autores, los cuales representan el 25.70%, seguido por los trabajos publicados por cuatro autores con un 19.49%, mientras que sólo el 3.80% corresponde a aquellos trabajos realizados por un solo autor, resultado bastante diferente de lo que sucede en las Ciencias Sociales, donde la cantidad de autores que publican en solitario son mayoría.

¹ Gorbea-Portal, Salvador *Producción y comunicación científica latinoamericana en ciencias bibliotecológica y de la información.* – Madrid: El Autor, 2004. p.226.

III. Resultados

Otro aspecto a resaltar en este sentido, es la presencia de altos niveles de coautoría en algunos artículo, los cuales pueden ser considerados fuera del valor promedio, como es el caso de siete artículos publicados que aparecen al final de la tabla de referencia con valores de entre 27 y 85 autores los cuales fueron identificados como artículos relacionados con la *Astronomía Observacional*, área temática en la que sin dudas participan equipos de investigación muy numerosos, debido a lo prolongadas y complejas que resultan este tipo de experimento.

Tabla. 1. Distribución de documentos de acuerdo con la cantidad de autores.

No. de firmas	cant docs	cant de autores	tasa docs coautorados	%
1	30	30	0.037878788	3.79
2	118	236	0.148989899	14.90
3	204	612	0.257575758	25.76
4	154	616	0.194444444	19.44
5	108	540	0.136363636	13.64
6	54	324	0.068181818	6.82
7	34	238	0.042929293	4.29
8	27	216	0.034090909	3.41
9	12	108	0.015151515	1.52
10	9	90	0.011363636	1.14
11	5	55	0.006313131	0.63
12	2	24	0.002525253	0.25
13	2	26	0.002525253	0.25
14	1	14	0.001262626	0.13
15	3	45	0.003787879	0.38
16	5	80	0.006313131	0.63
17	3	51	0.003787879	0.38
18	3	54	0.003787879	0.38
19	3	57	0.003787879	0.38
21	2	42	0.002525253	0.25
22	1	22	0.001262626	0.13
23	1	23	0.001262626	0.13
24	2	48	0.002525253	0.25
25	2	50	0.002525253	0.25
27	1	27	0.001262626	0.13
33	1	33	0.001262626	0.13
42	1	42	0.001262626	0.13
45	1	45	0.001262626	0.13
50	1	50	0.001262626	0.13
51	1	51	0.001262626	0.13
85	1	85	0.001262626	0.13
TOTAL	792	3934	1	100.00

En la tabla anterior la media de autores por trabajo, o sea el índice de coautoría, es de 4.96 y la tasa de documentos coautorados es de 0.9620, lo que significa que el 96% de los trabajos que integran esta muestra han sido firmados por más de dos autores y que en promedio cada trabajo se encuentra firmado por 4.96, casi 5, autores.

Otro aspecto identificado y relacionado con la autoría se refiere a la posición que ocupan los autores en la firma de los documentos. En este sentido, los 10 autores que aparecen con mayor frecuencia, firmando como primer autor, en una muestra total de 334 autores, tal y como se puede observar en la Figura 5, son Alejandro Raga con el 19%, seguido de Luís F. Rodríguez con el 14% y J. Martí con el 10%, Guido Garay, José Antonio García-Barreto, y William J. Henney con el 9%, con un 8% se encuentran Miriam Peña, Yolanda Gómez y con el 7% Elena Masciadri y José H. Peña. De estos diez autores resulta importante señalar que ocho pertenecen al IA y dos de ellos no.

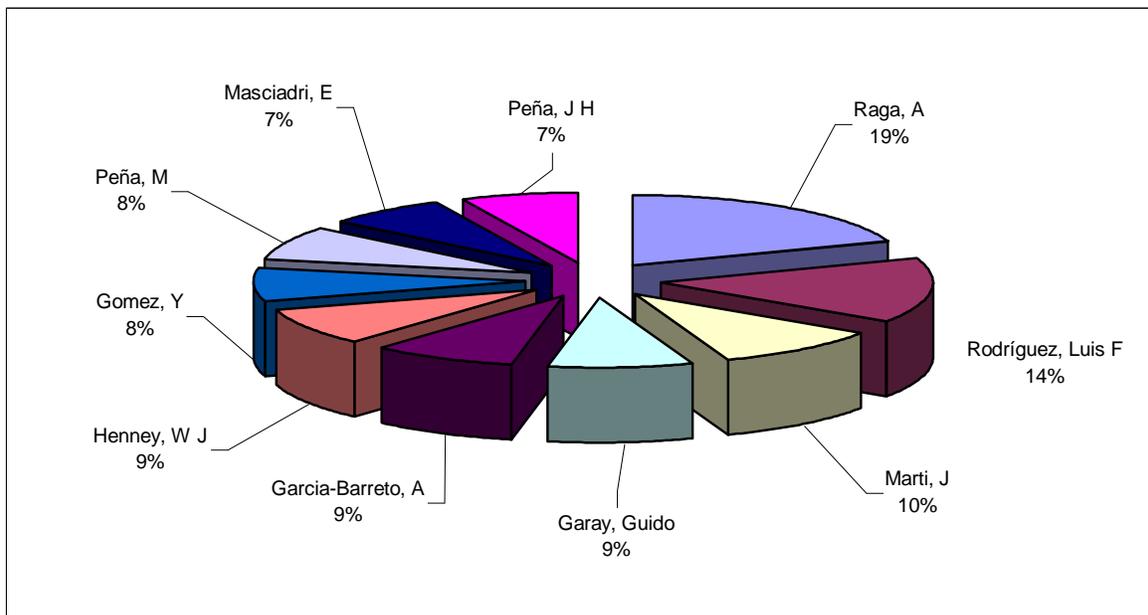


Figura 5. Distribución del primer autor de los documentos fuente.

III. Resultados

Los autores que aparecen en segundo lugar, es decir como segunda autoría en la producción del IA de acuerdo con la Figura 6, se encuentran los siguientes: Luís F. Rodríguez con el 28%, Alejandro Raga con el 13%, Jorge Canto con el 11%, José Alberto López con el 9%, respectivamente de acuerdo con los documentos fuente estudiados, seguido de José María Torrelles con el 8%, Deborah Dultzin-Hacyan con el 7% y Salvador Curiel, José Franco, Manuel Peimbert y Susana Lizano con el 6%. De ellos nueve son del IA y uno no. Lo anterior indica que en la producción científica de este colectivo, además de ser una producción que se genera en colaboración con un considerable índice de coautoría (aproximadamente 5 autores), se observa el carácter de liderazgo que ejercen en la generación de la misma, puesto que casi la totalidad de ellos aparecen, de forma significativa, ocupando el primero y segundo lugar en el orden de la firma, tal y como se puede observar en las Figuras 5 y 6.

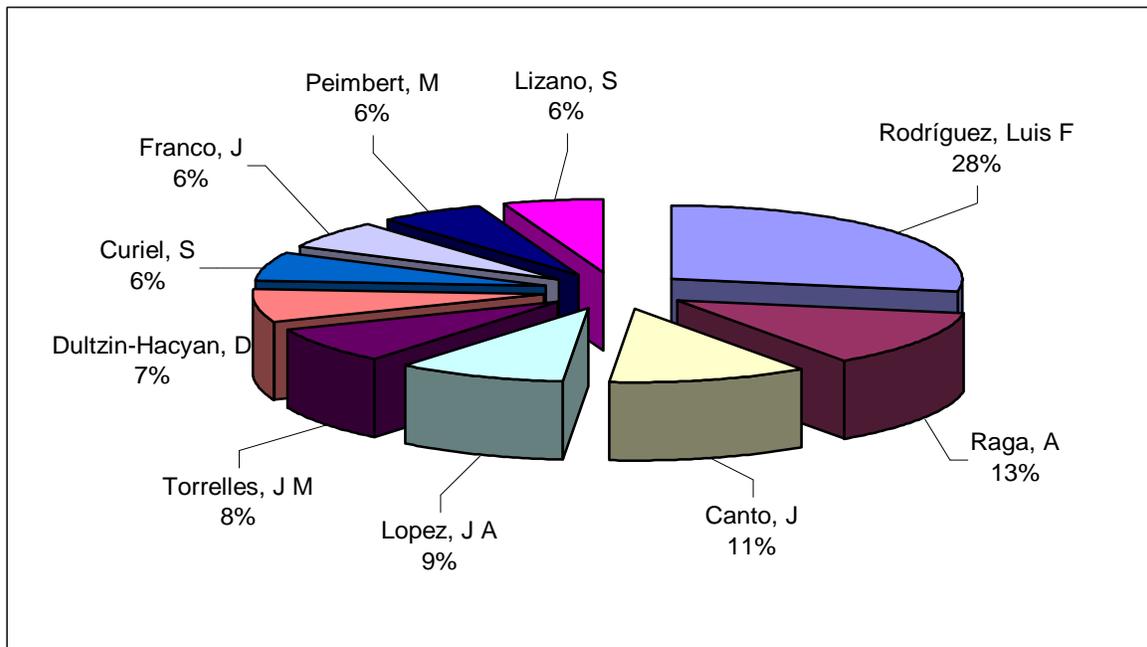


Figura 6. Distribución de artículos según el segundo autor de los documentos fuente

3.1.2. Productividad de autores, según el Modelo Matemático de Lotka

Como ya quedó indicado en el capítulo metodológico el Modelo Matemático de Lotka se utilizó para medir la productividad de autores en este estudio, para lo cual se identificaron y calcularon, según su metodología, las frecuencias de autores y de sus contribuciones, tal como se muestra en la Tabla 2.

En dicha tabla se presentan nueve columnas, en las que se ordenan las frecuencia de autores con sus contribuciones observadas, así como las calculadas por el modelo de Lotka, se agregaron columnas adicionales para calcular $S(X)$ y $f(X)$ que corresponden a la tasa acumulada de autores observados y calculados, con el propósito de calcular el estadígrafo de Kolmogrov-Smirnov.

Tabla 2. Distribución de productividad de autores, según el modelo matemático de Lotka.

DISTRIBUCIÓN MUESTRAL			DISTRIBUCIÓN TEORICA		ESTADIGRAFO K-S			
A	B	C	D	E	F	G	H	I
CONTRIB	AUT.OBSER	ACU.OBSER	s(x)	1/(n) ²	TEOR. ACU.	f(x)	f(x) - s(x)	f(x) - s(x)
1	193	193	0.57101	193.00	193.00	0.63763	0.06662	0.06662
2	56	249	0.73669	48.25	241.25	0.79703	0.06035	0.06035
3	30	279	0.82544	21.44	262.69	0.86788	0.04243	0.04243
4	10	289	0.85503	12.06	274.76	0.90773	0.05270	0.05270
5	21	310	0.91716	7.72	282.48	0.93324	0.01608	0.01608
6	6	316	0.93491	5.36	287.84	0.95095	0.01604	0.01604
7	5	321	0.94970	3.94	291.78	0.96396	0.01426	0.01426
8	6	327	0.96746	3.02	294.79	0.97392	0.00647	0.00647
9	3	330	0.97633	2.38	297.18	0.98179	0.00546	0.00546
10	2	332	0.98225	1.93	299.11	0.98817	0.00592	0.00592
11	3	335	0.99112	1.60	300.70	0.99344	0.00232	0.00232
13	1	336	0.99408	1.14	301.84	0.99721	0.00313	0.00313
19	1	337	0.99704	0.53	302.38	0.99898	0.00194	0.00194
25	1	338	1.00000	0.31	302.69	1.00000	0.00000	0.00000

→ D-Máxima

III. Resultados

El estadígrafo Kolgomorov-Smirnov resulta útil en la comparación de las distancias estadísticas existentes entre la muestra observada y la calculada por el modelo, con el propósito de comprobar el cumplimiento de este modelo con la muestra estudiada.

Las columnas presentadas en la Tabla 2 se encuentran ordenadas de la manera siguiente:

A = cantidad de contribuciones

B = cantidad de autores observados

C = cantidad de autores observados acumulados

D = tasa de autores observados acumulados $s(x)$

E = cálculo del modelo de Lotka (autores calculados), Según la formulación ya indicada en la metodología, tal como sigue:

$$y_{(n)} = \frac{c}{x^n} \quad \text{ó} \quad f(x) = \frac{c}{x^n}$$

Donde:

$x =$ Producción científica o número de artículos producidos

$y_{(n)} =$ Número de autores que producen x artículos

$C =$ Es el número de autores que realizan una aportación. (Valor absoluto)

Al sustituir sus parámetros se obtiene que:

$$y_{(2)} = \frac{193}{2^2}$$

$y_{(2)} = 48.25$

$$y_{(3)} = \frac{193}{3^2}$$

$y_{(3)} = 21.44$

y así sucesivamente.

F = es la cantidad teórica acumulada de autores

G = es la tasa de autores calculados, acumulados $f(x)$

H = es la diferencia entre $f(x)$ y $s(x)$

I = es el valor absoluto de los datos obtenidos en la columna H.

El estadígrafo Kolmogrov-Smirnov se utiliza para comprobar la igualdad estadística entre la muestra observada y la calculada, el cual plantea que:

$$D = \text{máxima } [f(x) - s(x)]$$

Donde : $f(x)$ = distribución acumulada teórica

$S(x)$ = distribución acumulada observada

Sustituyendo los valores quedaría:

$D = \text{máxima} = 0.06662$ (Indicada en la primera celda de la columna **I** en la tabla anterior).

$n = 338$ autores principales (Total de autores de la muestra)

El cálculo queda como sigue:

III. Resultados

D máxima : 0.06662

n = 338

n Teórica = 302.69

$\alpha =$	valores		SIGNIFICADO
	0.010	X	1% de probabilidad de rechazar Ho siendo verdadera
	0.025		
	0.050		

$$K - S = \frac{1.63}{\sqrt{n}}$$

K- S		D máxima	Comentarios
0.08866	>	0.06662	Se cumple la condición

De acuerdo con este estadígrafo que establece, que cuando el valor resultante o calculado por él es mayor o igual a la distancia máxima identificada entre la muestra observada y calculada, se puede afirmar que estadísticamente tales comportamientos son regulares, en este caso como se puede observar los datos calculados cumplen con el postulado teórico del modelo matemático de Lotka sobre la productividad de autores.

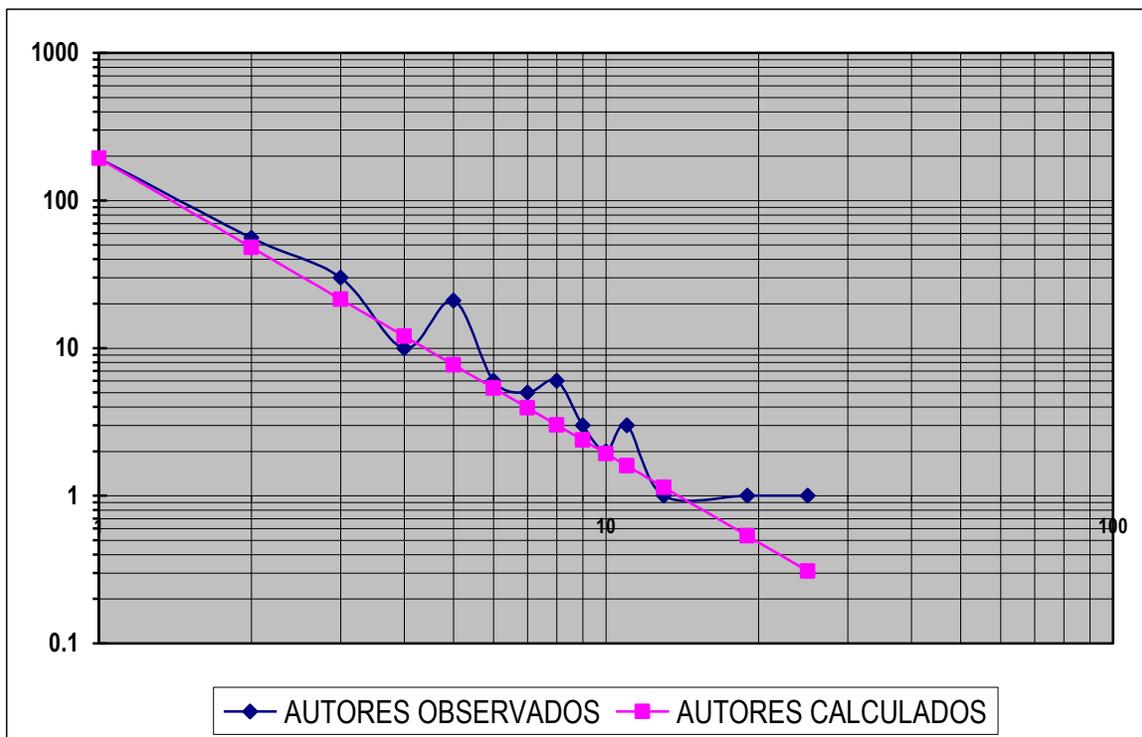


Figura 7: Representación gráfica de la distribución de productividad de autores, según el modelo matemático de Lotka.

Otra forma de presentar el cumplimiento de este modelo es a partir de su representación gráfica, tal y como se observa en la figura 7

3.1.3. Características de los artículos fuente.

De acuerdo con la Figura 8, las 6 revistas principales donde publican los investigadores del IA, son el *Astrophysical Journal* con el 38%, *Astronomy and Astrophysics* con el 24%, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* con el 16%, el *Monthly Notices Royal Astronomical Society (MNRAS)* con el 10%, *Astronomical Journal* con el 9% y la *Astronomy and Astrophysics Supplement* con el 3%.

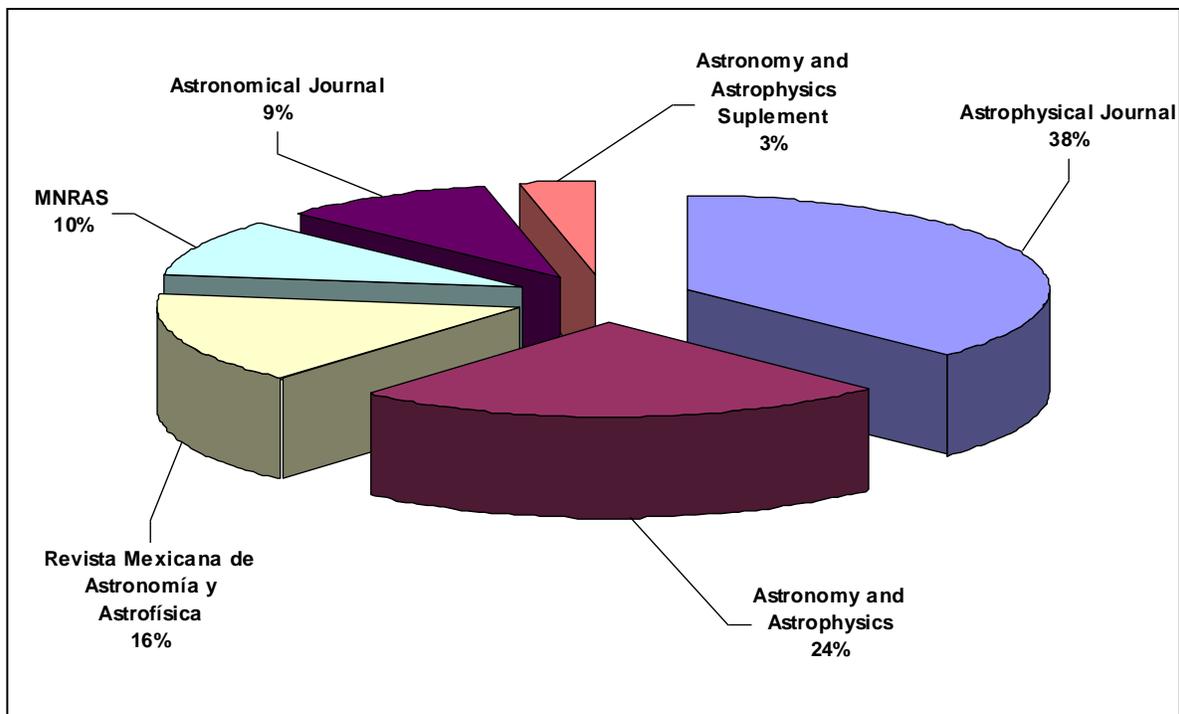


Figura 8. Distribución de artículos fuente por revistas

3.1.4. Índice de concentración de Pratt.

Las revistas donde se publicaron los documentos fuente, fueron analizadas con el Índice de Pratt para conocer la concentración temática de cada una de ellas, se analizaron los datos obtenidos para cada una de las revistas por separado de acuerdo con la formula descrita en la metodología y el cálculo que sigue a continuación.

$$C = \frac{2[((n+1)/2) - q]}{n-1} \quad \text{Donde: } 0 \leq C \leq 1$$

Los resultados obtenidos con el Índice de Pratt mediante el uso de hojas de cálculo de Excel se pueden observar en la Tabla 3. Aplicándoles el Índice de Pratt a las revistas fuentes los resultados obtenidos son los siguientes:

Para la revista *Astronomy and Astrophysics (AA)*, a modo de ejemplo, el cálculo es como sigue:

$$q = \frac{35208}{402} = 87.58$$

$$C = \frac{2[(253+1)/2 - 87.58]}{253-1}$$

$$C = \frac{2[(254/2) - 87.58]}{252}$$

$$C = \frac{2(127 - 87.58)}{252}$$

$$C = \frac{2(39.42)}{252}$$

$$C = \frac{78.84}{252}$$

$$\boxed{C = 0.31}$$

Y para la revista *Astronomical Journal (AJ)*

$$q = \frac{2459}{118} = 20.83$$

$$C = \frac{2[(63 + 1) / 2 - 20.83]}{63 - 1}$$

$$C = \frac{2[(64 / 2) - 20.83]}{62}$$

$$C = \frac{2(32 - 20.83)}{62}$$

$$C = \frac{2(11.17)}{62}$$

$$C = \frac{22.34}{62}$$

$$\boxed{C = 0.36}$$

Y así sucesivamente con cada una de las revistas de los documentos fuente quedando de una manera resumida como se muestra en la Tabla 3.

De acuerdo con los resultados obtenidos con la aplicación del Índice de Pratt se puede observar, que la concentración temática según los criterios de indización del propio autor, es mayor en las primeras cinco revistas, no así en los suplementos de dos de ellas, que la revista de mayor nivel de concentración temática es la *Astronomical Journal*, seguida por la *RevMexAA* con una concentración del 0.36 y 0.34 respectivamente. En la tabla 3 de los anexos se puede apreciar los principales temas por revista.

Tabla 3. Distribución de las revistas fuentes de acuerdo con el Índice de Pratt.

TITULO DE LA REVISTA	RESULTADO DEL INDICE DE PRATT
Astronomy and Astrophysics “AA”	C = 0.31
Astronomical Journal “AJ”	C = 0.36
Astrophysical Journal “APJ”	C = 0.26
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society “MNRAS”	C = 0.33
Rev. Mex. De Astr. Y Astrof. “REVMEXAA”	C = 0.34
Astrophysical J. Supplement Series “APJS”	C = 0.07
Astronomy and Astrophysics Supplement Series “AAS”	C = 0.06

3.1.5 Instituciones editoras y lugares de edición

Las Figuras 9 y 10 están muy relacionadas, debido a que una corresponde a las editoriales y la otra a los países de estas editoriales, motivo por el cual la explicación de sus comportamientos se realiza conjuntamente.

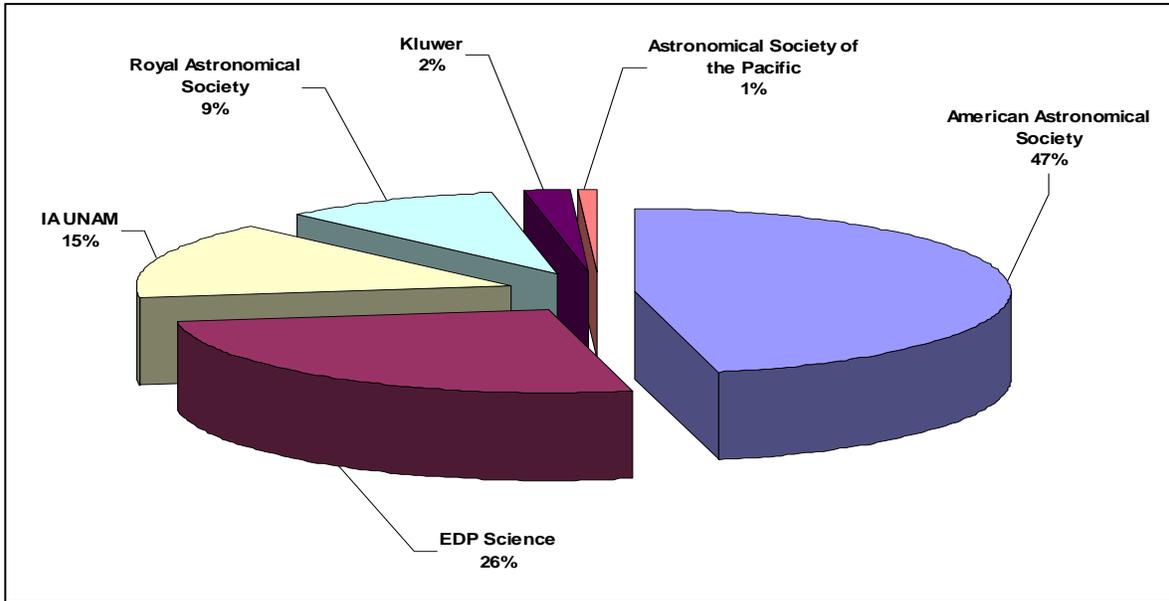


Figura 9. Distribución de documentos fuentes por entidades editoras seleccionadas.

En el Figura 9 se puede notar que la *American Astronomical Society* editada en Estados Unidos de América junto con la *American Astronomical of the Pacific*, son la responsables de que un 48% de todo la producción analizada en esta muestra sea publicada en ese país. El EDP Sciences de Francia corresponde al 26%, México con el 15% representa lo producido por el IA de la UNAM, Gran Bretaña es el país sede de la Royal Astronomical Society con el 9% de la producción generada y Kluwer, editorial radicada en Holanda produce apenas el 2% del total. Hay que notar que de estas seis editoriales, cuatro corresponden a sociedades o centros de investigación y dos son comerciales, lo cual pudiera estar indicando que la mayor parte de esta producción científica se origina en institutos de investigación y organizaciones académicas, responsables en su mayoría de organizar los eventos científicos más importantes de esta especialidad.

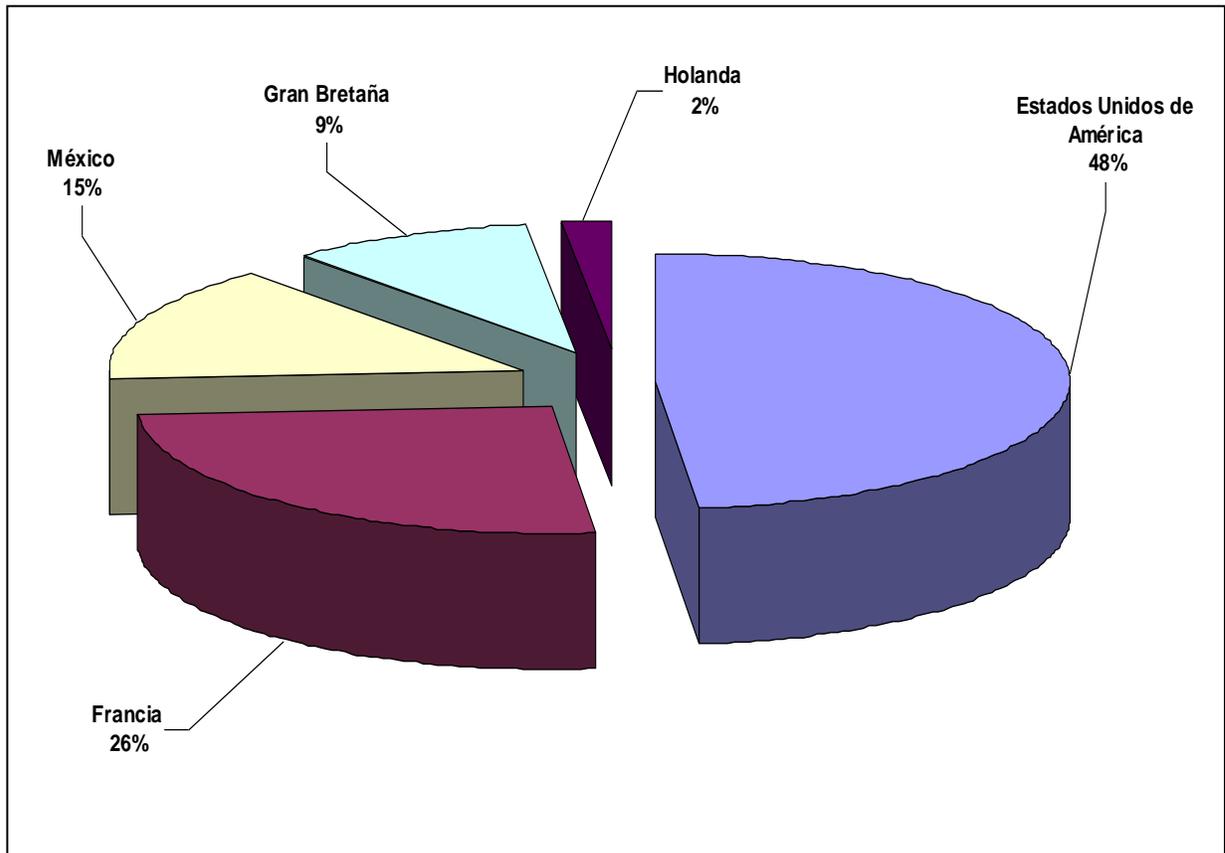


Figura 10. Distribución de documentos fuentes por países.

3.1.6 Relación entre la revista fuente y la autoría.

En la Figura 11 aparecen representados los principales autores distribuidos por las revistas en las que publican sus resultados. En este sentido, se destaca la *Astrophysical Journal* como la revista más utilizada, donde se publican los trabajos de esta comunidad como son los publicados por autores tales como G. Garay con el 14%, J. M. Torrelles con el 11%, Y. Gómez y J.A. López con el 9 % y J. Franco y W. J. Henney con el 8% . Mientras que la segunda revista donde publican en un segundo nivel es la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* con los autores siguientes: A. Raga con el 12% y J. H.

Peña con el 9 %, seguida de la *Astronomy and Astrophysics* con el 12% y el MNRAS con A. Raga con el 8%.

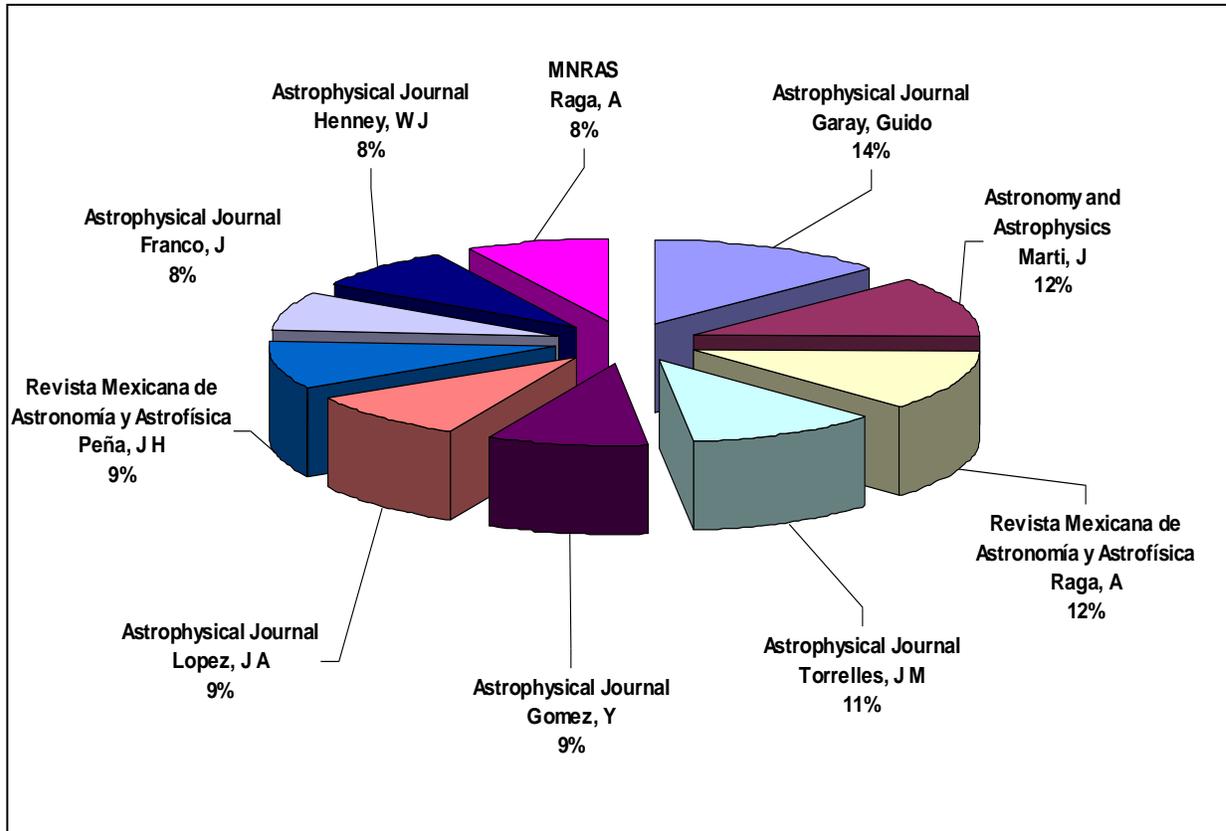


Figura 11. Distribución de autores por las principales revistas en las que publican.

Una distribución de los segundos autores firmantes según las revistas de mayor frecuencia de publicación representada en la Figura 12 indica que la revista *Astrophysical Journal* es seleccionada como la revista en la que autores como L. F. Rodríguez con el 30%, seguido por J. Canto y S. Lizano con el 9%, P. T. P. Ho y J. M. Torrelles con el 8 %, así como M. Peimbert, J. Franco y A. Raga con el 7% escogen para publicar sus resultados. En segundo y tercer lugar aparecen la *Astronomy and Astrophysics* y la *RevMexAA*, fuentes en las que el autor L. F. Rodríguez publica el 8 y el 7%, de sus artículos respectivamente.

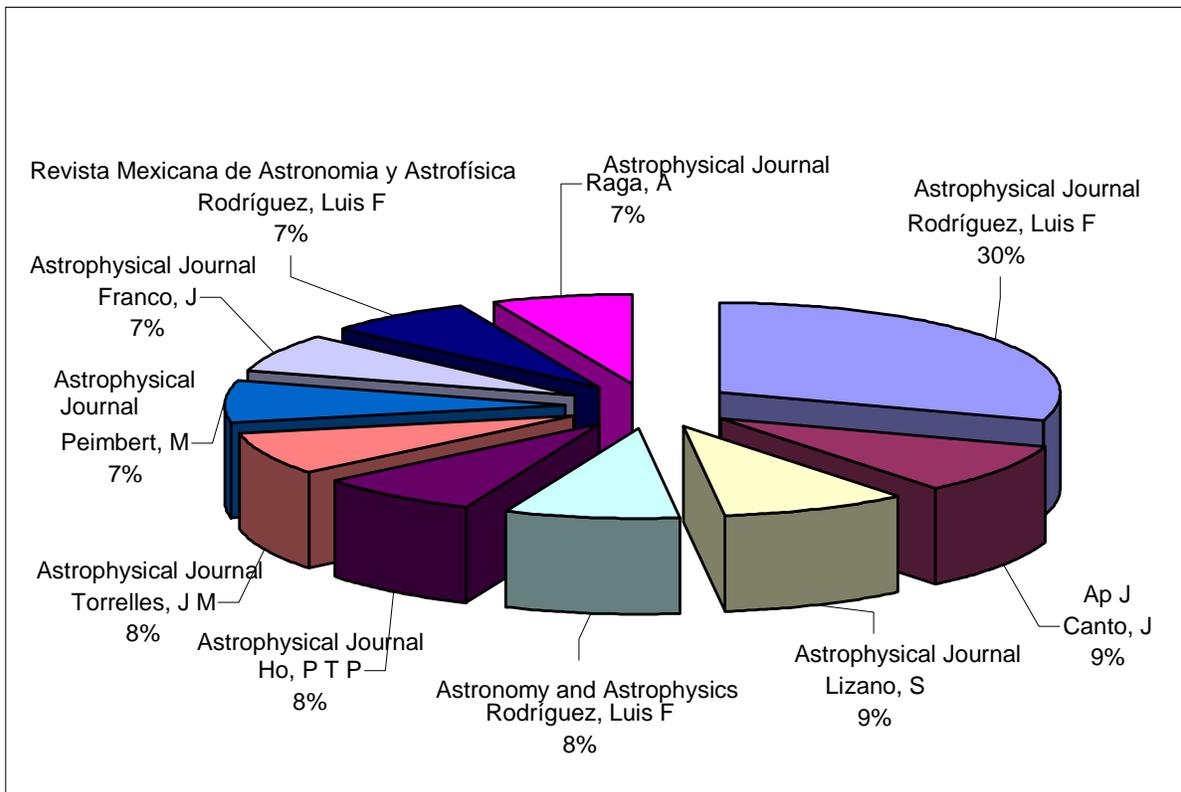


Figura 12. Distribución de coautores por las principales revistas en las que publican.

3.2. Características de la comunicación científica.

Los resultados hasta aquí mostrados, relativos a la producción científica generada por la comunidad científica del IA-UNAM, constituye una parte inseparable y hasta cierto modo determinante del comportamiento de las regularidades de la comunicación científica identificadas en esta producción, es por ello que en apartado que sigue a continuación se analizan algunas de las variables que caracterizan este comportamiento, tales como aquellas que caracterizan las referencias utilizadas, las que describen el comportamiento de la obsolescencia y las que revelan el comportamiento de las citas que recibió la producción científica objeto de estudio.

3.2.1 Análisis de las referencias.

En la tabla 4 se presenta una distribución de las referencias identificadas en la producción analizada, según las décadas en que ésta se publicó. En ella se aprecia que la mayoría de las referencias utilizadas en la elaboración de los artículos de esta muestra se refieren a trabajos publicados, principalmente, en los últimos 20 años, debido a que éstas suman más del 70% de las referencias. Una comparación de las fechas de publicación de las referencias, respecto a la de los artículos fuente denota que la mayor producción de artículos aparecen publicados principalmente en el 2001, año de mayor producción con el 15.35%, seguido por 1999 con el 13.21% de los artículos publicados. Estas cifras alertan, en cierta medida, cómo pudiera estar el comportamiento de la obsolescencia en esta literatura, aspecto que se estudia más adelante.

Tabla 4. Distribución de las referencias y de los documento fuente, según año de publicación.

			Años de		
Año de Pub			Pub. Ref	frecuencia	%
Doc. Fte	Frecuencia	%	2003-1994	11938	39.49
2002	87	10.94	1993-1984	12063	39.9
2001	122	15.35	1983-1974	4252	14.06
2000	103	12.96	1973-1964	1313	4.34
1999	105	13.21	1963-1954	383	1.27
1998	86	10.82	1953-1944	111	0.37
1997	66	8.3	1943-1934	54	0.18
1996	74	9.31	1933-1924	32	0.11
1995	51	6.42	1923-1914	15	0.05
1994	57	7.17	1913-1904	10	0.03
1993	41	5.16	1902-1742	22	0.07
s/f	3	0.38	sin fecha	40	0.13
Total	795	100	Total	30233	100

3.2.2 Principales instituciones referenciadas.

Un análisis de las principales instituciones de afiliación del primer autor firmante en las referencias utilizadas por la comunidad del IA de la UNAM, revela que esta institución aparece como la principal en el 79% del total de las referencias, mientras que en el resto de las referencias aparecen autores afiliados a otras instituciones, tales como, Instituto de Astrofísica de Canarias en un 5%, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Instituto de Astrofísica de Andalucía y el Department of Physics and Astronomy de la University of Manchester con el 3%, Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile junto con el National Radio Astronomy Observatory con el 2%, entre otros, tal y como aparece representado en la Figura 13 que aparece a continuación.

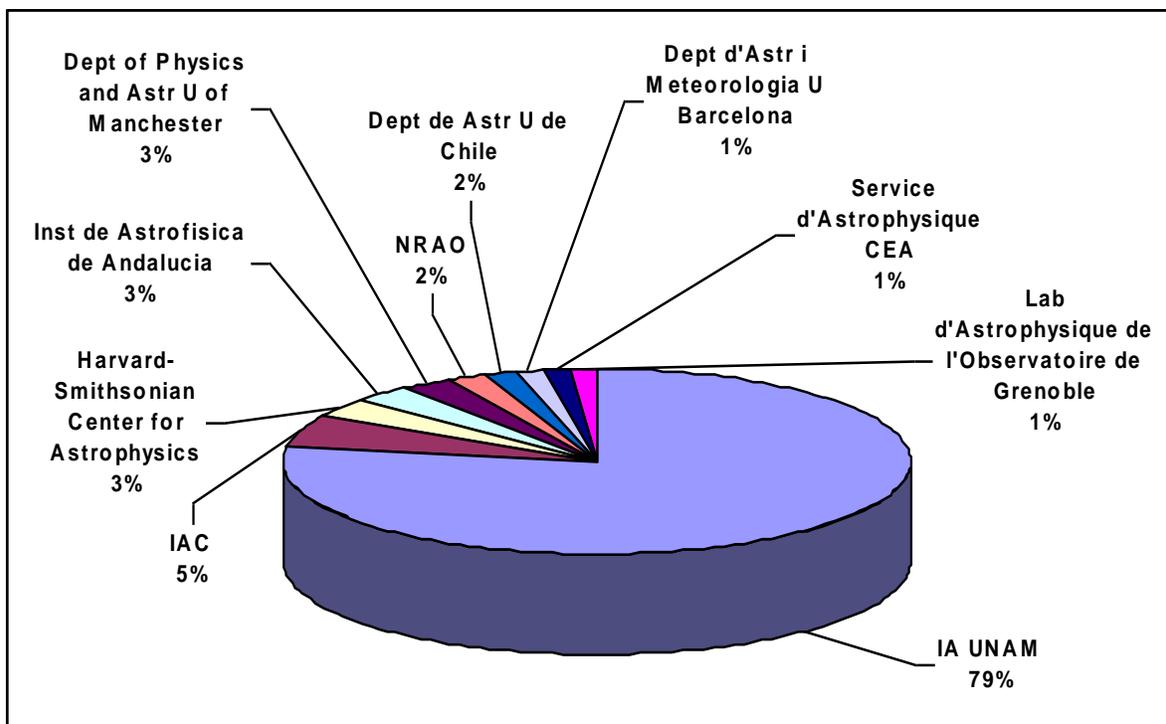


Figura 13. Distribución de instituciones referenciadas de acuerdo con el primer autor.

El análisis anterior realizado con las instituciones de afiliación de los segundos autores firmantes representados en la Figura 14 indica un comportamiento similar a las del

primer autor, varía en el porcentaje pero son las mismas las que aparecen en nivel de importancia. Mientras que con un porcentaje menor aparecen otras como CEA/DSM/DAPINA, National Radio Astronomy Observatory, Institute fur Extraterrestric the Physik con el 2%, Département de Physique Université de Montreal junto con el Observatoire de Paris con el 1%.

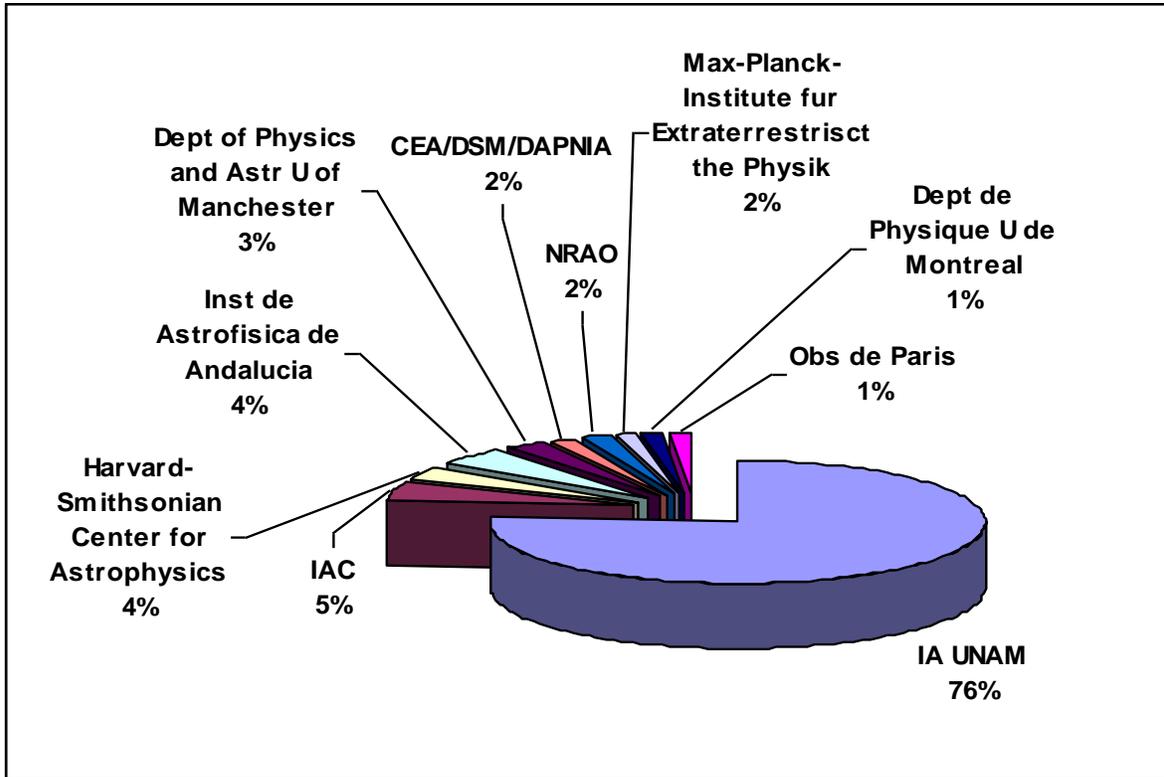


Figura 14. Distribución de instituciones de acuerdo al segundo autor.

En las dos Figuras anteriores se puede comprobar la presencia de un grupo de instituciones que aparecen referenciadas en la producción científica del IA y que de alguna manera han estado presentes en la colaboración científica del instituto. En este sentido se destacan, tanto en los primeros autores referenciados como en los segundos, instituciones tales como el Instituto de Astrofísica de Canarias, el Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, el Instituto de Astrofísica de

Andalucía y el Department of Physics and Astronomy de la University of Manchester, entre otros.

3.2.3 Principales países referenciados.

La presencia de un grupo significativo autores firmantes, tanto en el primer o segundo lugar, pertenecientes a igual número de diferentes instituciones, condicionan en cierta medida un comportamiento similar al de los países de estos autores referenciados. De acuerdo con lo representado en la Figura 15 los países más significativos, según el primer autor firmante, son en primer lugar México con el 53% como el país principal del primer autor, debido a que son precisamente los autores de la institución y el país objeto de estudio, seguido por Estados Unidos y España con un, 17% y 10% respectivamente, países de origen del Instituto de Astrofísica de Canarias y del Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, principales instituciones identificadas en los

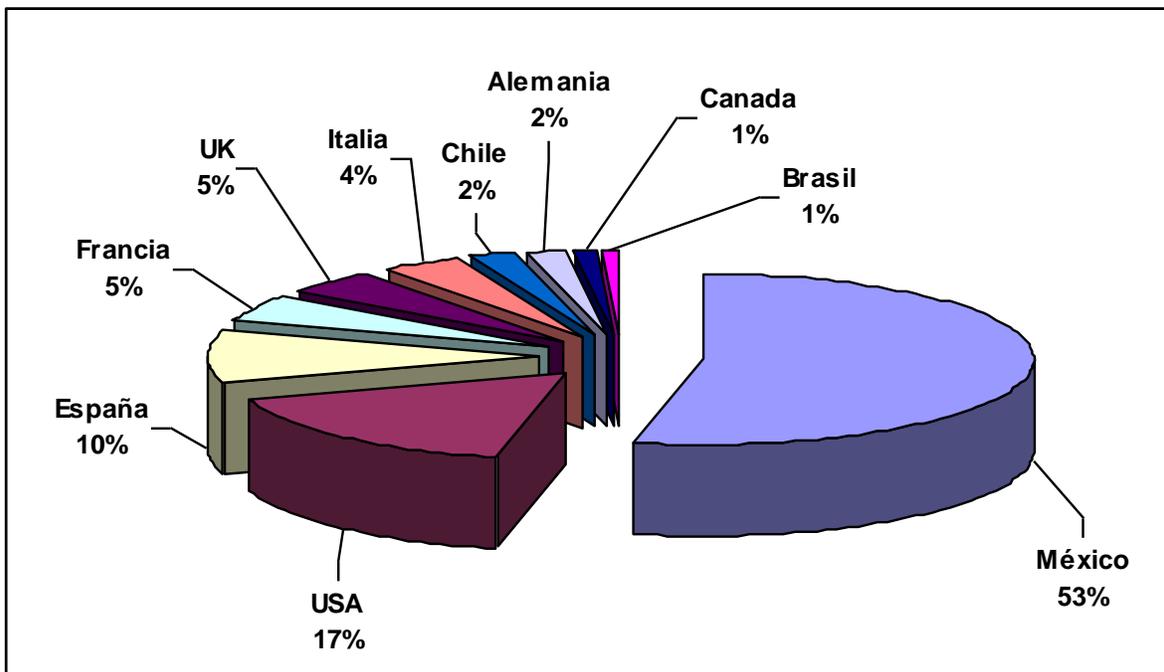


Figura 15. Distribución del país de acuerdo al primer autor referenciado

autores referenciados en las Figuras 13 y 14, entre otros países se encuentran otro grupo cuyo porcentaje oscila entre un 5 y un 1% y en los que se pueden identificar países tales como Francia, Reino Unido, Italia y de la región latinoamericana sólo aparecen Chile y Brasil.

Una distribución similar, realizada con el país del segundo autor referenciado, indica un comportamiento muy parecido, en la Figura 16 que sigue a continuación aparecen los mismos países con algunas pequeñas diferencias en sus valores porcentuales, a excepción de Brasil que aparece sólo entre los primeros autores firmantes y Finlandia que aparece sólo como país de los segundos autores firmantes.

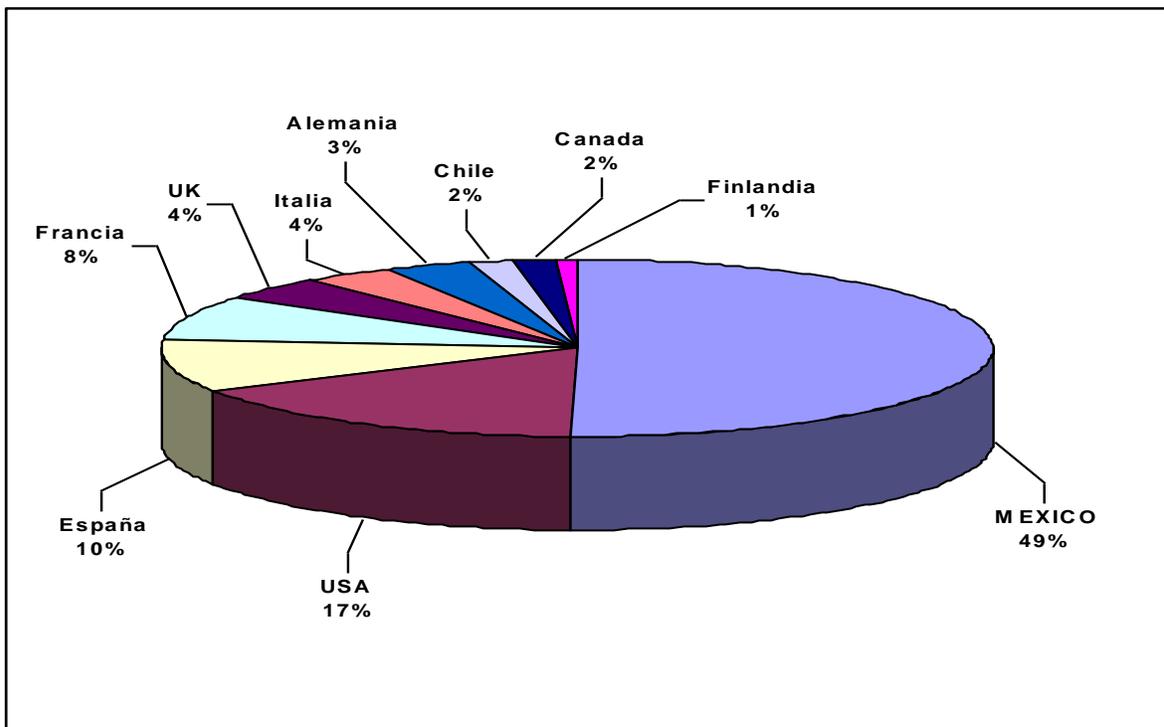


Figura 16. Distribución de país de acuerdo al segundo autor

El análisis de las referencias a partir de variables tales como: año de publicación, instituciones y países a los que pertenecen los primeros y segundos autores firmantes,

III. Resultados

indican las principales características de la literatura que ha sido consultada en la producción científica generada por esta comunidad científica. Casi el 80 % de la literatura referenciada en esa producción científica ha sido publicada en los últimos 20 años y que, tanto entre los primeros como en los segundos autores alrededor del 50% de los documentos referenciados han sido publicados por autores del propio instituto, aunque no resulta despreciable la presencia de otro 50% referenciado, pertenecientes a otras instituciones y países.

La Figura 17 muestra los diez autores principales más citados en las referencias siendo éstos, L. F. Rodríguez con el 18%, A. Raga con el 16%, M. Peimbert con el 13%, B. Reipurth con el 12%, mientras que entre otro grupo de autores con frecuencias por debajo de un 10 % se encuentran autores tales como J. Meaburn con el 8%, y J. Franco

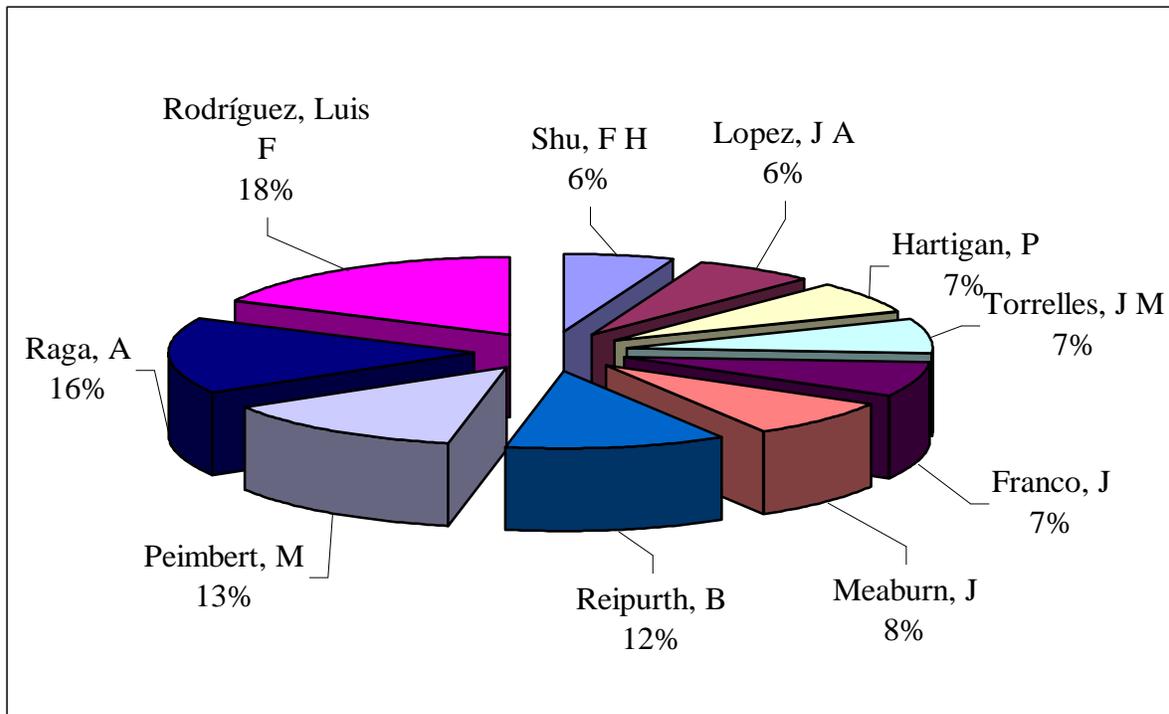


Figura 17: Distribución de los 10 autores principales más citados en las referencias

J. M. Torrelles, P. Hartigan con el 7%, y J. A. López, y F. H. Shu con el 6%. En la Figura 18 se puede observar entre los principales coautores referenciados a L. F. Rodríguez con el 23%, J. Canto con el 15%, A. Raga 10%, P.T.P. Ho 9%, E

Churchwell, J. M. Torrelles y J.M. Moran con el 8%, S. Torres-Peimbert con el 7%, M Peimbert y S. Curiel con el 6%.

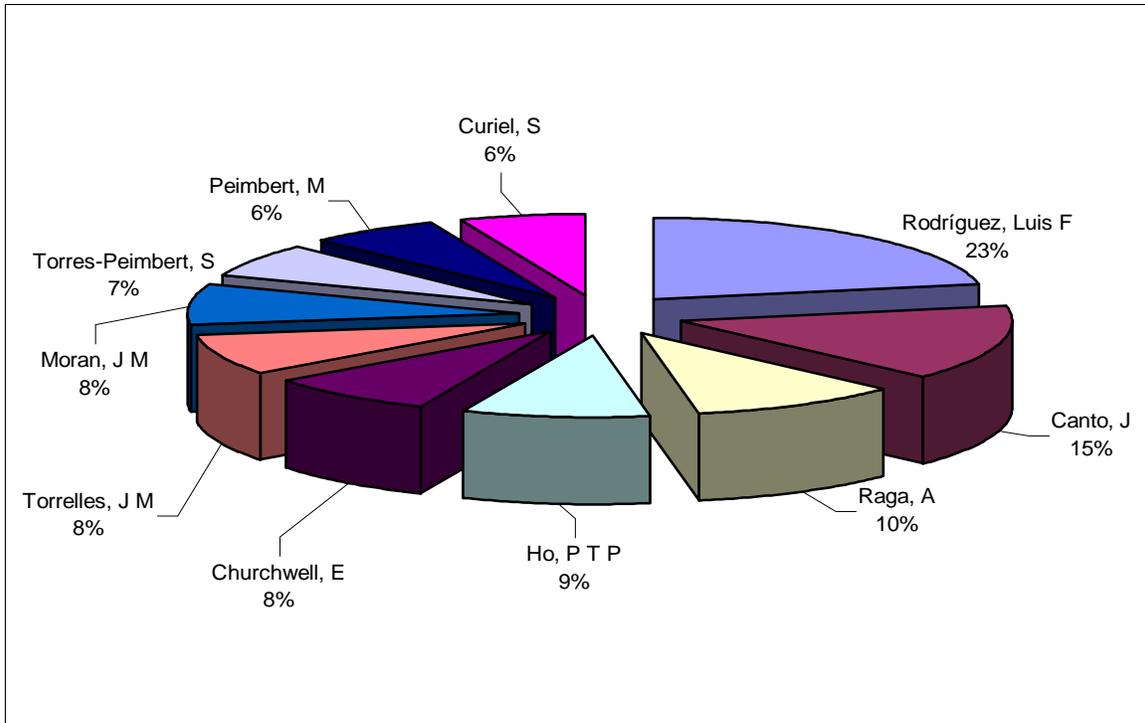


Figura 18: Distribución de los 10 coautores más citados en las referencias

Una simple comparación entre los 10 primeros y segundos autores firmantes que aparecen en las Figuras 5 y 6 como los más representativos o productivos y los 10 que aparecen en las Figuras 17 y 18 como los más referenciados en ese mismo orden de firma, denota la presencia de algunos autores como Raga, A y Rodríguez, L. F. que mantienen los primeros lugares en cada una de estas Figuras, es decir en ambos casos no sólo aparecen como los autores más productivos en el primero y segundo lugar de firma, sino que también aparecen como los más referenciados también en el primero y segundo lugar de firma. A este par de autores muy significativos le sigue otro conformado por Canto, J. y Peimbert, M. los cuales aparecen como los segundos autores más significativos, no sólo como los más productivos sino también como los coautores más referenciados.

Otra variable analizada en las referencias corresponde a las revistas más utilizadas, en este sentido se distingue como la más significativa a la *Astrophysical Journal* con un 38.95%, seguida por la *Astronomy and Astrophysics* con el 15.66%, la *MNRAS* con el 9.69%, y la *Astronomical Journal* con el 7.60%, entre otras que le siguen a éstas con valores inferiores a un 5 % de representatividad, tal y como se puede observar en la Figura 19.

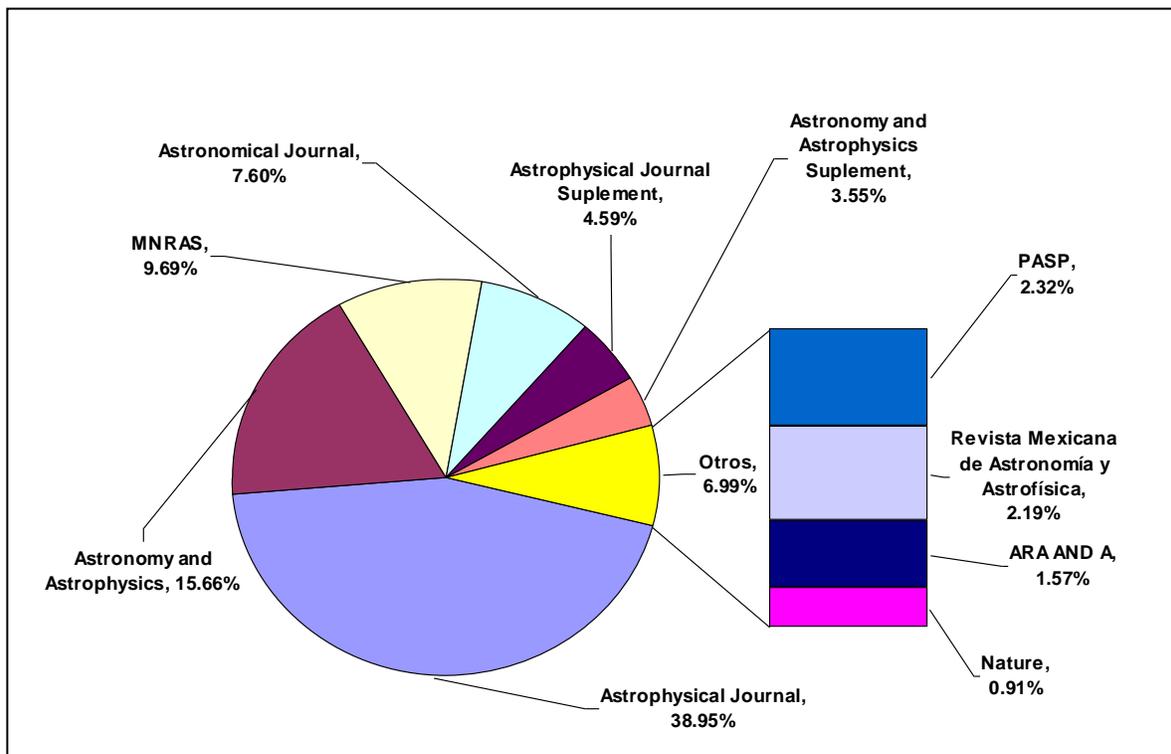


Figura 19: Distribución de referencias por revistas fuente seleccionadas.

Un cruce entre las variables, título de las revistas y los autores asociadas a éstas en las referencias denota que autores como L.F. Rodríguez, aparece en las referencias de esta producción científica como el autor más asociados con la *Astrophysical Journal* en un 17%, seguido de J.M. Torrelles con el 13%, P. Hartigan 11%, G. Garay 10% y J.A. López con el 8% que también aparecen como los autores asociados a esta revista. La

segunda revista en orden de asociación es la RevMexAA y aparecen vinculados con esta revista los autores M. Peimbert y A. Raga con el 8% y 7% respectivamente y por últimos la Astronomy and Astrophysics con B. Reipurth con el 8% y la Astronomical Journal con D.L Crawford con el 7%. figura 20.

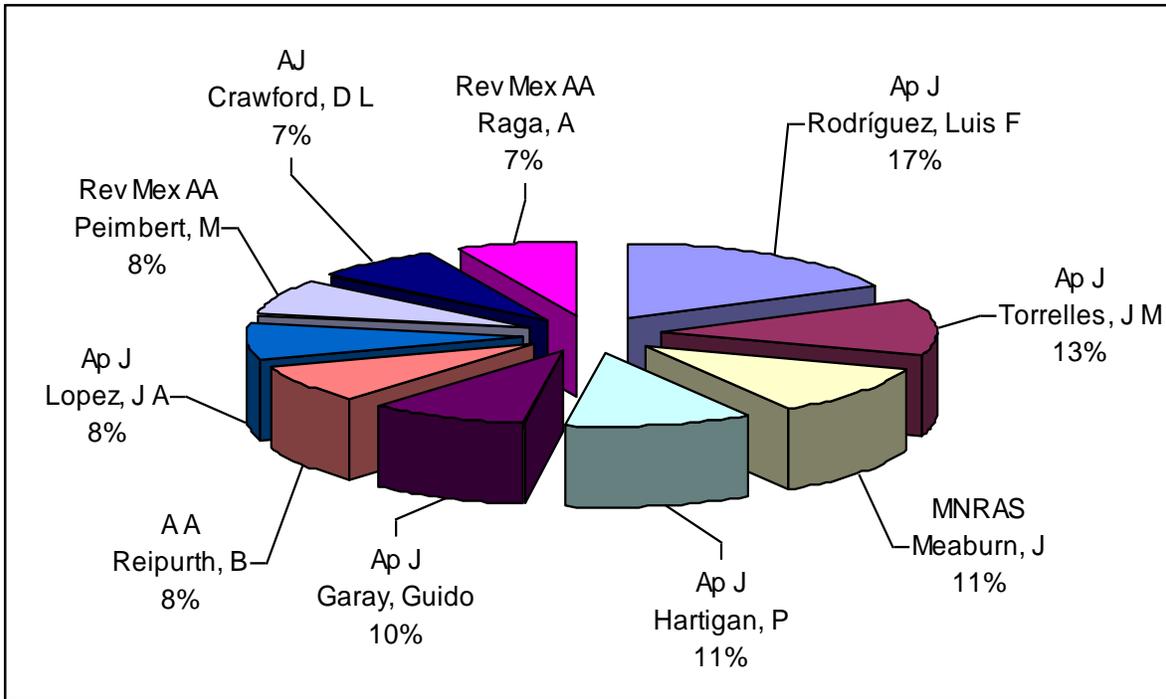


Figura 20. Distribución de los diez autores principales por revistas en las referencias

En la Figura 21 se puede observar también que los diez principales coautores utilizan la Astrophysical Journal como la revista principal para la publicación de sus investigaciones, entre estos autores se pueden observar a L. F. Rodríguez con el 24%, J. Canto con el 15%, P.T.P. Ho con el 13%, J.M. Moran con el 10 % , entre otros. Este comportamiento resultado de la asociación entre los 10 primeros y segundos autores firmantes y las revistas en donde publican sus resultados, identificados en las referencia, denota que la Astrophysical Journal no sólo es la revistas en la que más publican sus

III. Resultados

trabajos esta comunidad científica sino que también es la más utilizada o referenciada por ellos en el momento de publicar sus resultados, tal y como se puede observar en las Figuras 20 y 21.

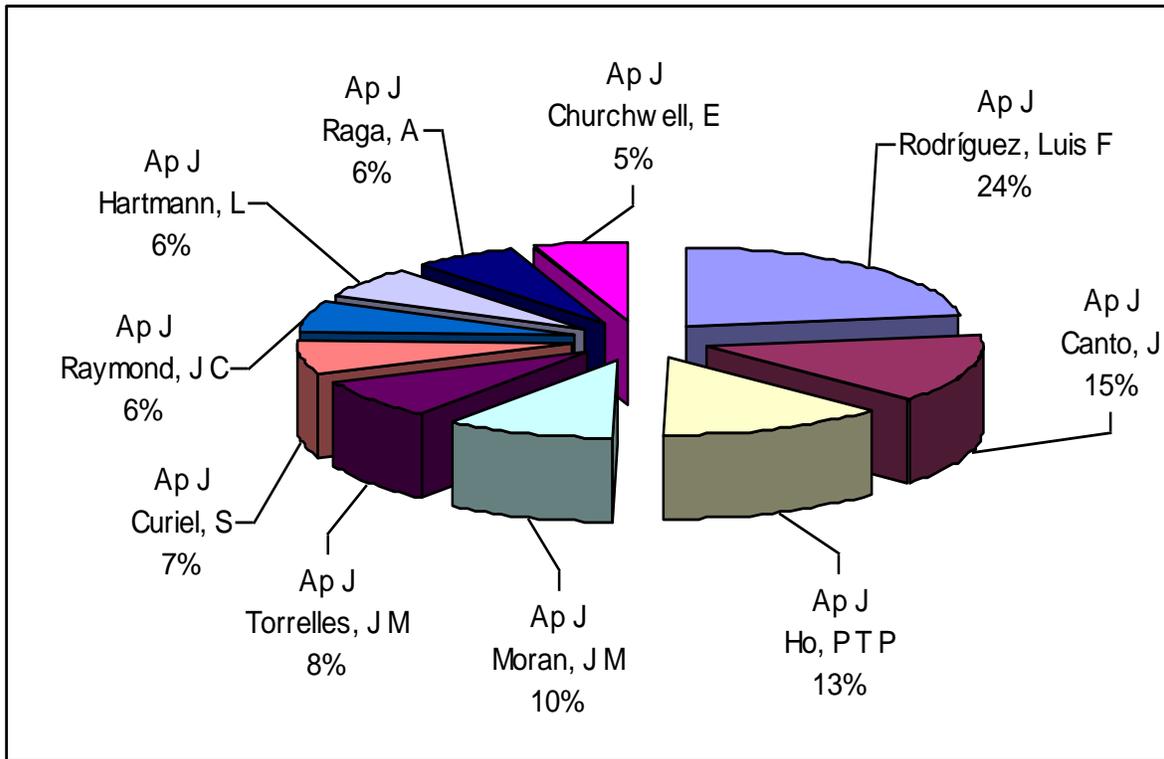


Figura 21: Distribución de los 10 coautores principales por revista en las referencias.

Otro tipo de autoría visible en las referencias realizadas por los autores de esta comunidad científica en el momento de publicar sus resultados es la corporativa, es decir el uso de documentos publicados por institutos de investigaciones, observatorios y asociaciones académicas. En la Figura 22 se pueden observar las principales autorías corporativas utilizadas en las referencias, entre las cuales se destacan la European Society of Agency con el 47%, seguida por el Infrared Astronomical Society con el 29% como las principales, así como otro grupo de instituciones que no rebasan el 4 % de significación en esta muestra.

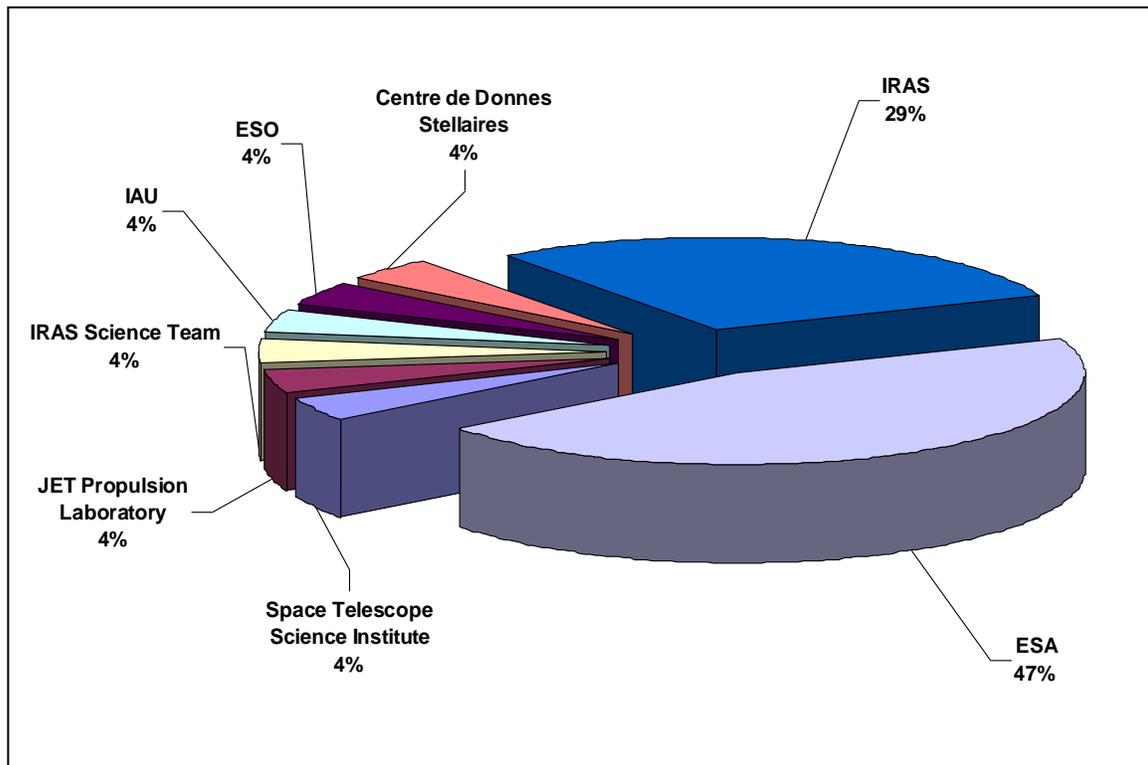


Figura 22. Distribución de referencias por autores corporativos.

El análisis de las revistas utilizadas, tanto en la generación de la producción como en la publicación de la misma, denota que por lo regular los investigadores de esta comunidad utilizan, de forma preferencial, aquellos artículos que se publican en las mismas revistas en la que ello difunden sus resultados.

En la Figura 23 se puede observar la frecuencia en la que una misma revista es utilizada en proporciones similares tanto para publicar sus resultados como para utilizar los artículos que esa revista publica, en este sentido se puede apreciar, que la *Astronomical Journal*, la *Astronomy and Astrophysics*, la *MNRAS* y la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, son más utilizadas en mayor o menor proporción en uno u otro sentido, es decir que estas revistas además de ser usadas como fuentes de información principal para su trabajo son los títulos en los que prefieren, en mayor

III. Resultados

medida, publicar también sus resultados. No ocurre así en otras quince revistas en las cuales sobresale su interés como fuente de información que como canal de comunicación para difundir sus resultados, entre las cuales se destacan como las más utilizadas (con mayor cantidad de referencia) el Acta Astronomica, Applied Optics, Astronomiche Nachriten, Icarus, Information Variable Star, Nature, Publication of the Astronomical Society of the Pacific y Science, entre otras.

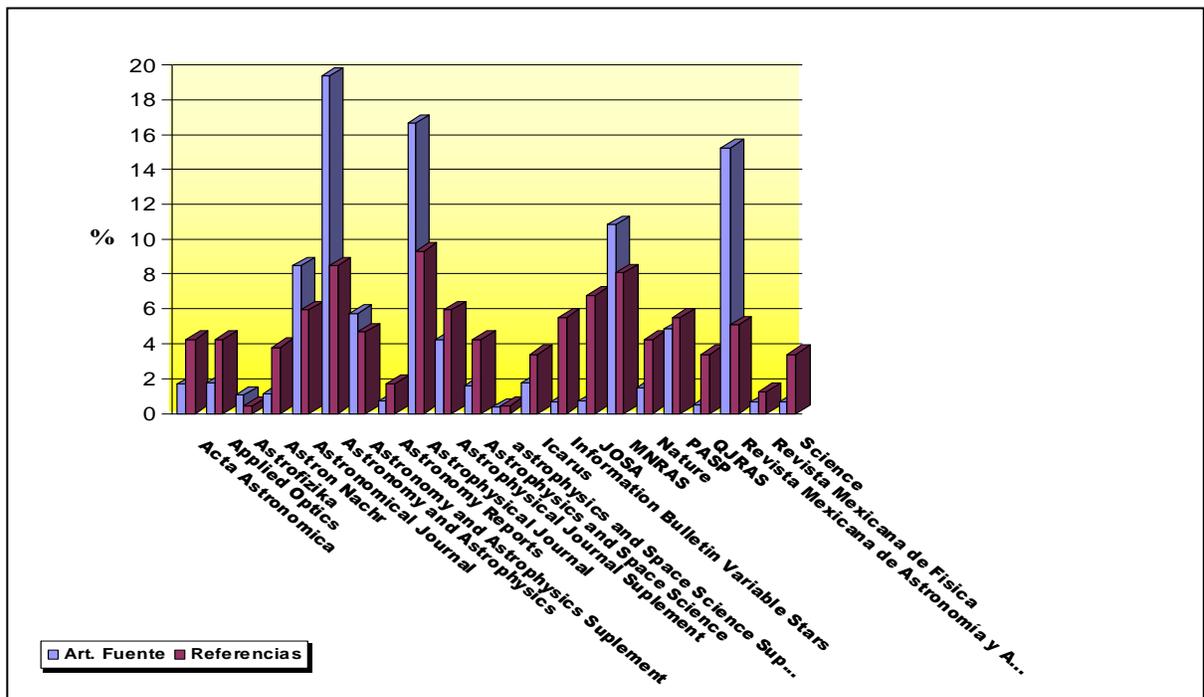


Figura 23. Distribución de artículos fuente y referencias por revista.

Otro aspecto a considerar en esta relación entre los documentos fuente y las referencias se corresponde con el análisis de la fecha de publicación, tanto de los artículos fuente como de las referencias, constituye la base para el estudio de la obsolescencia de la literatura activa que interviene en este sistema de comunicación científica. En este sentido, una distribución de las referencias y de los documentos fuente (artículos) según la fecha de publicación de éstos denota que: De acuerdo con la Figura 24, los documentos fuente como ya se ha mencionado corresponden al periodo comprendido de 1993 a 2002, este sesgo es el causante que el ciento por ciento de los documentos

fuentes aparezcan representados sólo en la década comprendida entre 1994-2003, mientras que las referencias utilizadas, como se puede observar, van desde el año 1742 al 2003 siendo los años más referenciados, por razones obvias, los correspondientes a la primera década 1994-2003, y a la segunda década 1984-1993, entre las cuales quedan distribuidas, de forma casi equitativa, aproximadamente el 80% del total de las referencias encontradas en los documentos fuente, lo cual conduce lógicamente al nivel de actualidad que debe tener la producción científica generada por esta comunidad. No obstante, se hace visible que del 20% de las referencias restante un 14.06% aparece publicada en la década 1983-1974, como la más próxima a la que concentra los años comprendidos entre 1973 y 1742, indicando con ello la presencia del uso de literatura

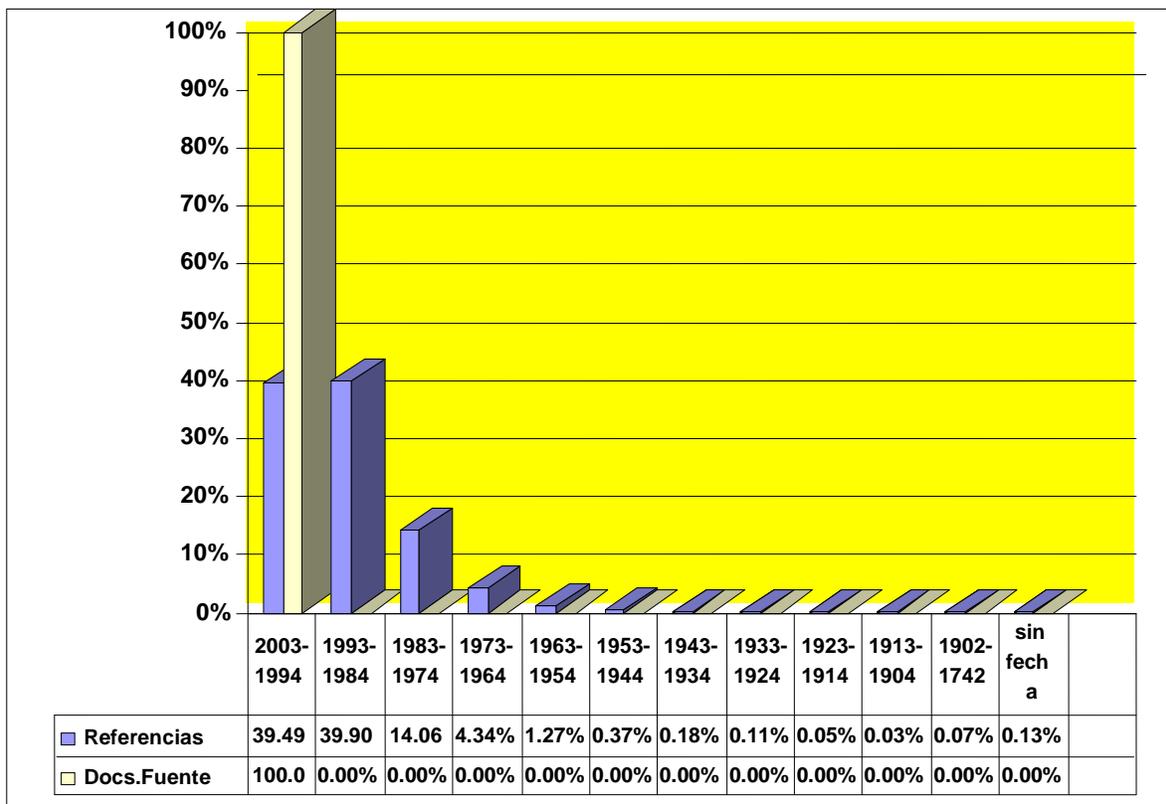


Figura 24: Distribución de documentos fuente y de referencias según fecha de publicación.

de corte histórica que por lo regular casi siempre pertenecen a documentos publicados con este corte o a la presencia de los clásicos en este tipo de producción.

3.2.1. Análisis de la Obsolescencia

En este apartado, según las consideraciones y antecedentes metodológicos anteriores, se realiza un estudio de tipo multisincrónico, en el cual se analiza la antigüedad de las referencias utilizadas en 15 revistas fuente (principales) utilizadas en este estudio, durante un grupo de años seleccionados a partir de indicadores tales como: El *Índice de Operatividad de Price*, la *Vida Media*, el *Factor de Envejecimiento* y la consecuente pérdida de utilidad anula que presenta esta literatura, con el propósito de obtener los niveles de obsolescencia que presentan estas publicaciones y esbozar un perfil general para la literatura activa que produce y utiliza esta comunidad científica.

Una forma de obtener un comportamiento general de la obsolescencia en estas publicaciones parte de la medición y análisis de los tres indicadores anteriores a cada una de las principales revistas fuentes para cada uno de los años de publicación incluidos en el estudio, para con ello poder obtener un valor promedio sobre el comportamiento de cada revista y poder caracterizar de forma general el comportamiento de la obsolescencia en las revista fuente en las que se publica y se cita la producción científica generada por esta comunidad. En la Tabla 9 del Anexo se muestra un ejemplo de cómo se obtuvieron los valores de estas revistas, según el año de publicación de cada uno de los artículos fuentes utilizados.

3.2.1.1. Índice de Operatividad de Price y Vida Media de las revistas

Como quedó indicado en la metodología de este trabajo el *Índice de Price* establece que para las Ciencias exactas y naturales (Física y Bioquímica por ejemplo), campo con el cual se pudiera relacionar las disciplinas de las revistas objeto de estudio de esta investigación, la proporcionalidad de referencias operativas debe fluctuar entre un 60 y 70%.

El comportamiento, según el cálculo del Índice de Operatividad de Price, en cada una de estas revistas es muy diferente, no obstante a ser revistas pertenecientes a un mismo campo temático, esto debido a que alguna de estas revistas publican contenidos al parecer asociados a aspectos históricos, en los que irremediablemente tienen que hacer referencia a los clásicos y descubridores de planetas y constelaciones, tal es el caso de la Revistas *Applied Optics* que presenta niveles de operatividad (actualidad) cercana a un 10%, razón por la cual la proporción de referencias de archivo en esta revista rebasa el 90%.

Como consecuencia directa del comportamiento del Índice de Price en esta misma revista se observa una Vida Media de 26 años, valor que resulta muy por encima de lo común en revistas vinculadas con el campo de la Física, este comportamiento pudiera estar asociado al hecho de que la temática de esta revista finca sus resultados en el uso de técnicas e instrumental de la óptica que tienen sus orígenes desde mediados del siglo pasado, pero que en la actualidad son considerados como clásicos de esta temática y de obligada consulta para las nuevas mediciones y observaciones astronómicas que se realizan en la actualidad.

Un comportamiento más apegado al de la Física y bastante diferente al título anterior lo presenta la revista *Astrofísica* cuyo Índice de Operatividad cercano a un 42 % la ubica muy por encima del valor medio obtenido en el conjunto de revista seleccionadas que aparecen relacionadas en la Tabla 5 que se muestra a continuación.

Tabla 5. Distribución de revista fuente seleccionadas, según los indicadores de obsolescencia calculados

III. Resultados

REVISTA FUENTE	Total de Referencias	Referencias Operativas	%	Referencias de Archivo	%	Vida Media	Tasa de envejecimiento	Factor de envejecimiento
ACTA ASTRONOMICA	86	39	45.34%	47	54.65%	6.67	0.90125046	90.12%
APPLIED OPTICS	74	7	9.45%	67	90.54%	26	0.97335566	97.33%
ASTROFISIKA	24	10	41.66%	14	58.33%	6.5	0.89885097	89.88%
ASTRONOMICA. JOURNAL	3139	431	13.73%	2708	86.26%	10.68	0.93718289	93.71%
ASTRONOMY AND AP	6219	899	14.45%	5320	85.54%	10.81	0.93793221	93.79%
ASTRONOMY AP. SUPL.	839	115	13.70%	724	86.29%	11.14	0.93971528	93.97%
ASTRONOMY NACHRITTEN	61	16	26.22%	45	73.77%	7.87	0.91574376	91.57%
ASTROPHYSICAL J	11151	1002	8.98%	10149	91.01%	11.54	0.94173405	94.17%
ASTROPHYSICAL J SUPL	702	48	6.83%	654	93.16%	11.47	0.94138911	94.13%
ICARUS	120	42	35.00%	78	65.00%	8.16	0.91862695	91.86%
MNRAS	2856	565	19.78%	2291	80.21%	9.9	0.93239604	93.23%
NATURE	116	13	11.20%	103	88.79%	8.53	0.92198328	92.19%
PUBL. ASTR. SOC. PACIFIC	554	128	23.10%	426	76.89%	9.96	0.93280924	93.28%
SCIENCE	48	33	69%	15	31.25%	2.75	0.77720314	77.72%
REVMEXAA	3467	487	14.04%	2980	85.95%	13.13	0.94860977	94.86%
TOTAL	29456	3835	13.02%	25621	86.98%	10.34	0.92125219	92.12%

El nivel de actualidad de esta revista identificado con este índice propicia que el valor de la Vida Media calculada sea de 6.5 años, el más bajo del grupo de revista especializadas sobre el tema estudiado, valor que se encuentra por debajo del promedio de este grupo de revista que resultó ser de 10.34 años de Vida Media para toda la muestra. En este sentido resulta oportuno destacar el comportamiento de dos revista (*Nature* y *Science*) que aunque no son de la especialidad si fueron consideradas en la tabla anterior, por el volumen de producción científica que sobre esta temática publican, y que presentan valores de Vida Media de 8.53 y 2.75 años respectivamente.

En la Tabla 5 también se puede observar la variación de estos indicadores entre cada una de las 15 revistas seleccionadas como las más representativas, los valores obtenidos en estos dos indicadores muestran un nivel promedio de actualidad de un 13%, lo cual justifica que la Vida Media promedio entre estas revistas sea, como ya se indicó de 10.34 años, valor que puede ser corroborado con el comportamiento representado en la figura 24, en la cual la mayor cantidad de referencias se agrupan precisamente en la

década anterior en la que se publicaron la totalidad de los documentos fuente estudiados.

3.2.1.2. Factor de Envejecimiento y Pérdida de utilidad

Otro indicador para conocer el comportamiento de la obsolescencia en el sistema de comunicación científica es el *Factor de Envejecimiento* y su consecuente pérdida de utilidad de la información asociada a éste. En este sentido, se utilizaron las 15 revistas anteriores y se les calculó su *Factor de Envejecimiento* a cada una de ellas para los años antes determinados. Los resultados obtenidos se detallan también en las dos últimas columnas de la Tablas 5

Consecuentemente con los resultados obtenidos en los indicadores anteriores las dos revistas con mayor y menor Factor de Envejecimiento son la *Applied Optics* y la *Astrofísica* con un 97.33 y 89.88%, respectivamente, lo cual indica que la literatura referenciada en estas dos revistas presenta una pérdida de utilidad anual de un 2.67 y un 10.12 %, respectivamente.

Con este indicador también resulta oportuno destacar el comportamiento de *Science* que por ser altamente multidisciplinarias el valor obtenido difieren del resto de las revistas, alcanzando un Factor de Envejecimiento de 77.72%, lo cual se corresponde con su nivel de actualidad que es de un 69% de operatividad y que consecuentemente la literatura referenciada en esta revista tiene una pérdida de utilidad anual de 22.28%.

La *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* merece una mención aparte ya que no obstante ser la revista con más referencia de esta muestra y la tercera en la preferencia de los investigadores para publicar sus artículos, el nivel de actualidad de sus referencias es bajo (14.04%), su Vida Media es de 13.13 años y su Factor de Envejecimiento es del 94.86%. Estos valores, por encima de los promedios de toda la muestra son los

causantes de que la literatura referenciada en esta revista pierda un 5.14% de utilidad anual.

Los resultados obtenidos con este indicador, calculados para las 15 revistas de la muestra, tal y como se relacionan en la Tabla 5, demuestran que el valor promedio del Factor de Envejecimiento, calculado entre las revistas que intervienen en este estudio, es de un 92.12%. Lo cual pudiera estar indicando, si se toma en consideración la importancia de estas revistas en el contexto internacional que la literatura activa utilizada por esta comunidad de investigadores sobre esta temática pierde en promedio un 7.88% de utilidad anual.

3.3. Análisis de las citas recibidas

Otra de las regularidades identificadas en la comunicación científica que mantiene la comunidad objeto de estudio se refiere al análisis de las citas que recibe la producción científica generada por esta comunidad.

Para realizar este análisis se calcularon las proporciones y relaciones existentes entre las citas recibidas, las referencias y los documentos o artículos fuentes. En la tabla 6 se pueden observar las 22 revistas con las proporciones porcentuales correspondientes a la cantidad de artículos publicados por cada título, las veces que estas mismas revistas fueron referenciadas y el número de citas recibidas de acuerdo al *Science Citation Index*, donde se observa que la revista *Astrophysical Journal* es la revista fuente preferida para publicar sus trabajos, con un 33.84%, la cual ha sido referenciada en esta producción en un 44.23% de referencias y un 41.70% de citas recibidas, en segundo lugar se encuentra la *Astronomy and Astrophysics* con 22.14% de artículos publicados, referenciada en un 17.78% y con un 17.06% de citas recibidas de acuerdo con el ISI.

En este sentido, merece ser destacada la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, debido a que no obstante a ser una revista nacional y publicada por el propio Instituto, el 14.47% de los artículos generados por esta comunidad fueron publicados en ella, fue usada como referencia de estos artículos en un 2.49% de referencias y fue citada en un 3.32% según la fuente del SCI. Fuera de este núcleo existe otro grupo de revista cuyo nivel de interés de estos investigadores por publicar sus artículos en ellas está por debajo de un 10 %, sin embargo, resulta oportuno destacar que entre este segundo grupo se encuentran la *MNRAS* y la *Astronomical Journal*, que en el caso de las citas recibidas presentan valores porcentuales de un 14.22 y un 10.29% respectivamente, en ambos casos con cifras muy por encima de la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* que cuenta, por razones obvias, con una mayor preferencia entre los investigadores para publicar sus artículos.

Otro grupo de revista conformada por nueve títulos, aparece como una cola de dispersión en las cuales se publicó sólo un artículo durante el periodo estudiado y los valores porcentuales tanto en el uso que se hace de ellas en las referencias, como en las citas que reciben del SCI se encuentran por debajo del umbral del 1%.

De los valores porcentuales resumidos de forma general en la tabla siguiente y con el propósito de conocer más acerca de la estructura interna de estas cantidades, se analizan a continuación un grupo de variables, tales como tipología documental, años y autores citados y citantes, así como las principales revistas según su frecuencia como revista referenciada y citada.

Tabla 6. Distribución de las revistas fuentes de acuerdo con la cantidad de artículos, las referencias y las citas recibidas

Revista	Cant	%	Cant. Refs.	%	Citas	%
---------	------	---	-------------	---	-------	---

III. Resultados

	Arts.				Rec.	
Astrophysical Journal	269	33.84	10278	44.23	3804	41.70
Astronomy and Astrophysics	176	22.14	4132	17.78	1556	17.06
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	115	14.47	578	2.49	303	3.32
MNRAS	73	9.18	2558	11.01	1297	14.22
Astronomical Journal	67	8.43	2006	8.63	939	10.29
Astronomy and Astrophysics Supplement	25	3.14	936	4.03	151	1.66
Astrophysical Journal Supplement	15	1.89	1211	5.21	245	2.69
Astrophysics and Space Science	13	1.64	183	0.79	386	4.23
PASP	9	1.13	612	2.63	231	2.53
Nature	5	0.63	240	1.03	49	0.54
Applied Optics	4	0.50	80	0.34	17	0.19
Icarus	4	0.50	83	0.36	16	0.18
Acta Astronomica	2	0.25	69	0.30	7	0.08
Astrofizika	1	0.13	51	0.22	0	0
Astron Nachr	1	0.13	17	0.07	13	0.14
Astronomy Reports	1	0.13	10	0.04	46	0.50
astrophysics and Space Science Supplement	1	0.13	1	0.00	0	0
Information Bulletin Variable Stars	1	0.13	65	0.28	0	0
JOSA	1	0.13	56	0.24	4	0.04
QJRAS	1	0.13	23	0.10	6	0.07
Revista Mexicana de Fisica	1	0.13	3	0.01	8	0.09
Science	1	0.13	44	0.19	44	0.48
S/ITT-REV	9	1.13		0.00		0
Total	795	100.00	23236	100.00	9122	100

El primer resultado obtenido de este análisis denota que el documento utilizado para comunicar sus resultados en esta comunidad científica sobre Astronomía es sin lugar a dudas el artículo científico, tal y como se puede observar en la Figura 25, debido a que el 100% de los documentos citantes pertenecen a esta tipología documental. Mientras que como documento citado este tipo de documento aparece en un 87.60% y en un

segundo lugar, con un valor mucho más bajo se encuentran el uso de las monografías con un 10.74% del total de documentos citados.

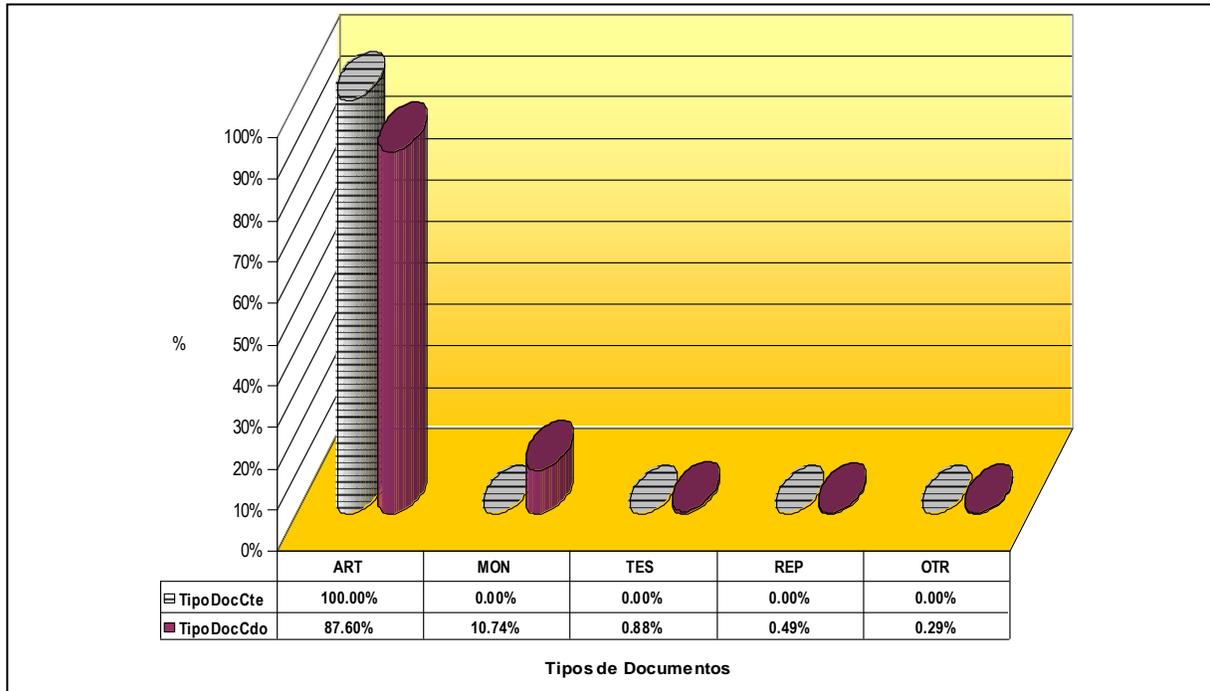


Figura 25. Distribución de documentos citados y citantes según tipología documental.

Otros tipos de documentos citados tales como las tesis y los reportes aparecen por debajo del 1% lo cual demuestra el bajo interés o utilidad de esta comunidad por encontrar información en estos tipos de documentos.

El comportamiento de la variable año citado y citante en esta parte del análisis viene a explicar en cierta forma el por qué de las altas proporciones en el uso de referencias de archivo y la presencia de una Vida Media que supera los doce años como valor promedio en el que el valor más alto encontrado en este indicador es de 26 años.

En este sentido, en la Figura 26 se observa que en los diez años de producción científica analizada, comprendida entre 1993 a 2002 los años citados durante este período tienen un espectro muy grande, debido a que el período citado va desde el año 1742 hasta el 2003, llama la atención significativamente que más del 60% de los documentos citados han sido publicados entre los años de 1742 y 1889, así como que las

III. Resultados

otras tres décadas comprendidas entre 1900 y 1930 agrupan más del 26% mientras que el restante 12% aproximadamente se distribuye de forma exigua, por debajo del 2 y el 1%, en las décadas restantes.

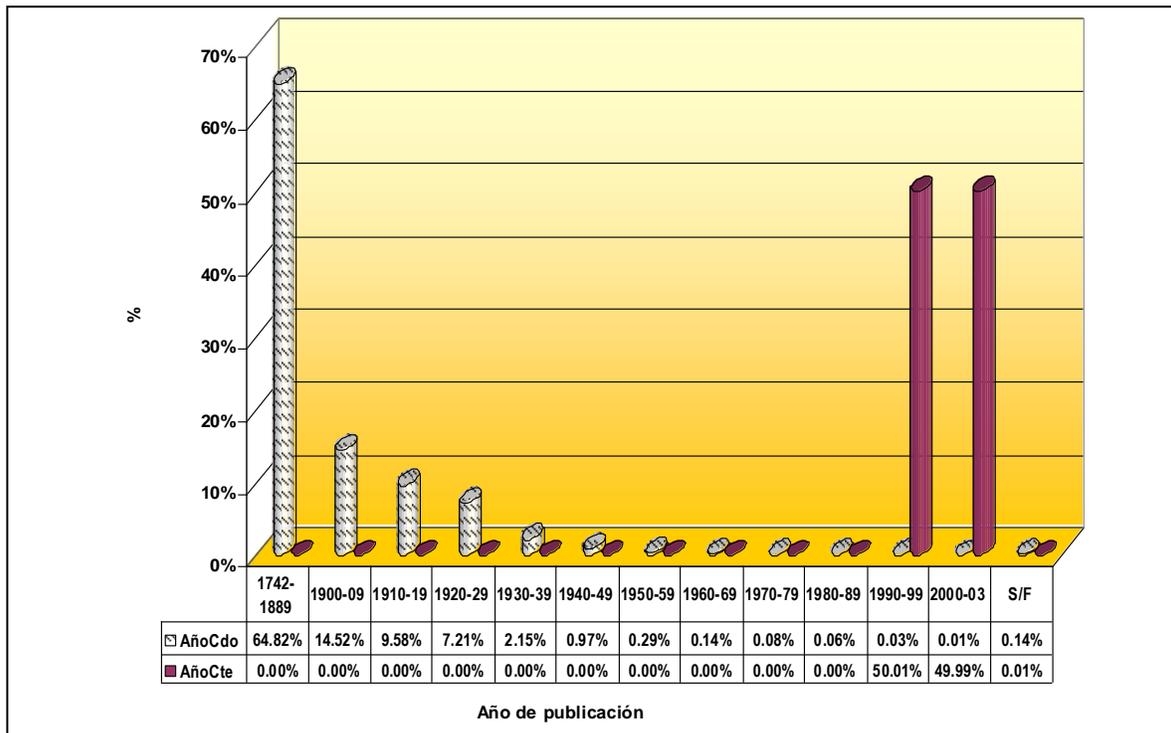


Figura 26: Distribución de citas por años citados y citantes.

Estos resultados denotan que la investigación astronómica, es un campo temático que utiliza la información más reciente para la producción científica de sus artículos y sus contribuciones novedosas a la ciencia.

El otro aspecto visiblemente destacado en la Figura anterior viene dado por el propio sesgo de la muestra de documentos fuentes estudiados, lo cual hace que los documentos citantes aparezcan concentrados entre los períodos comprendidos entre 1990-1999 y 2000-2003, representados con un 60.14 y 39.85 % respectivamente.

Otro comportamiento analizado en esta relación de lo citado y lo citante se refiere a los autores, tal y como se muestra en las Figura 27 y 28. En la primera, los autores mas citados en esta comunidad científica son: en primer lugar *L. F. Rodríguez*, quien recibe el 18% del total de las citas, seguido de *A. Raga* con el 16%, *M. Peimbert* con el 13% y *Reipurth B.* con un 12%, estos cuatro investigadores se reparten más de la mitad de las citas recibidas en esta comunidad, mientras que otro grupo de seis investigadores reciben en su conjunto aproximadamente el 40% restante con niveles de representatividad, según citas recibidas, por debajo de un 10% de forma individual.

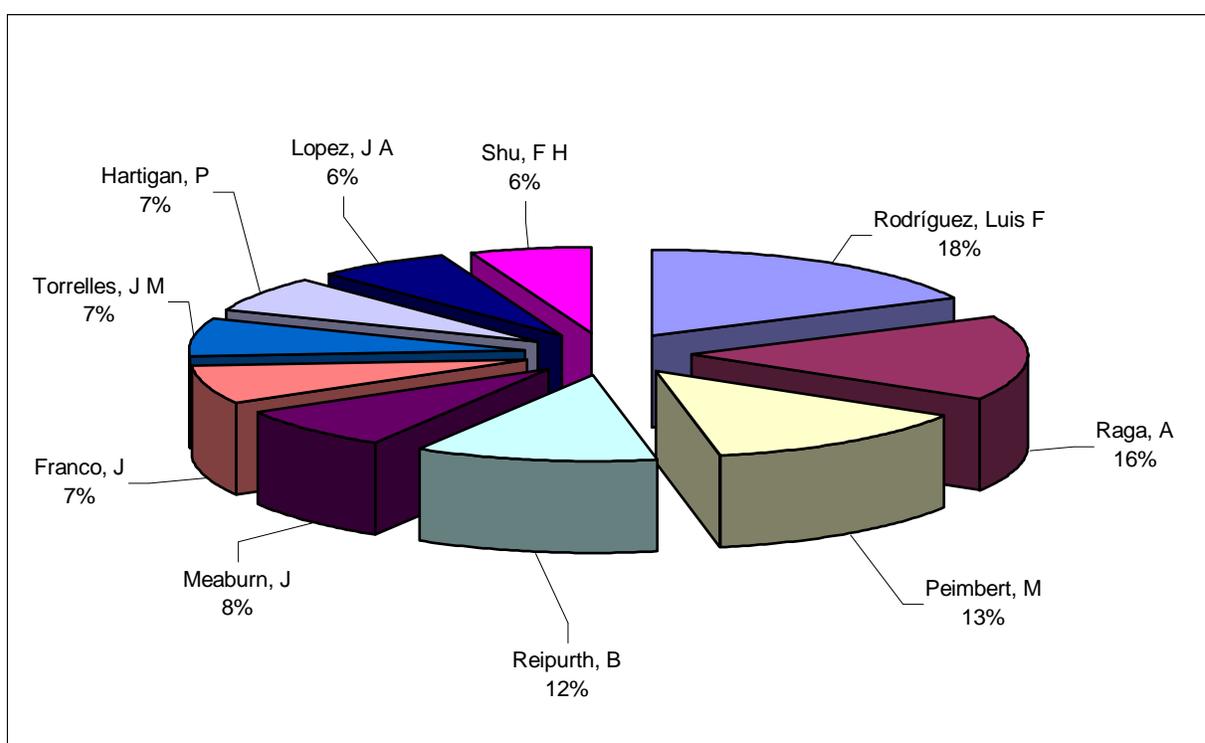


Figura 27: Distribución de los autores citados.

En otro sentido, los autores citantes varían a excepción de *A. Raga* que también se mantiene entre los primeros cuatro según esta condición, representando el 11% del total de autores citantes junto a *García-Barreto, A.* que aparece representado en esta misma proporción. *Garay, Guido* y *Lee, William* aparecen en primero y cuarto lugar, representados en un 18 y 10% respectivamente y entre estos cuatro autores se

III. Resultados

encuentra distribuido el 50% del total de frecuencias encontradas de autores citantes. El restante 50% aparece distribuido en otros 6 autores, los cuales no rebasan el 10 % de representación a nivel individual, entre los cuales se puede destacar a L.F. Rodríguez, quien aparece en la variable anterior como el autor más citado y que en este caso ocupa el quinto lugar como autor citante, relación que pudiera estar develando también un considerable volumen de autocitas en el caso de este autor y el de *Raga, A.* que también aparece en las dos variable. Una representación gráfica de esto resultados es mostrada en la Figura 28.

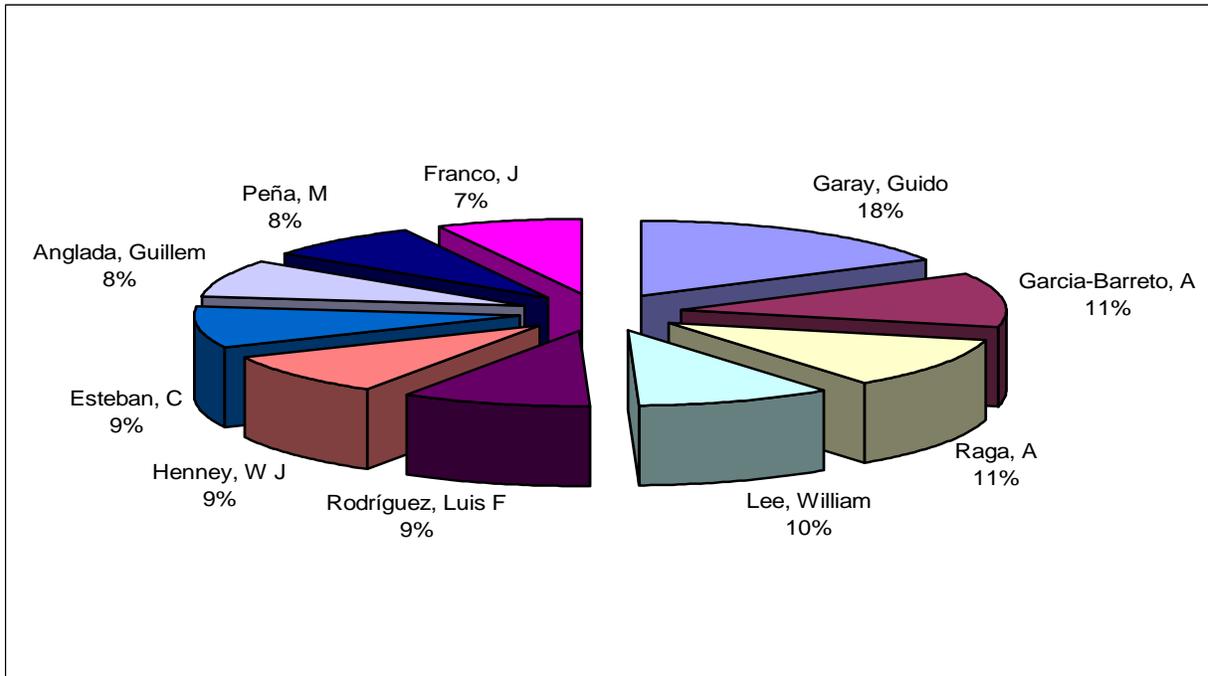


Figura 28. Distribución de los principales autores citantes.

Una distribución de las citas recibidas por autores conlleva al análisis de las principales revistas en las cuales estos autores publicaron sus trabajos. En este sentido la Figura 29 muestra la distribución de las principales revistas más citadas, entre las cuales se encuentra en primer lugar la *Astrophysical Journal* con el 37.88%, seguida por la *Astronomy and Astrophysics* con el 20.46%, y por la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* con el 12.95%, entre otras. Hay que señalar que entre todas las revistas especializadas en astronomía la que ocupa el décimo lugar es *Nature* con el 0.40%, revista en la cual no obstante al carácter multidisciplinario que presenta, se han publicado algunos descubrimientos muy relevantes, debido a que su frecuencia de carácter semanal resulta la manera más rápida de poder dar a conocer un resultado de investigación.

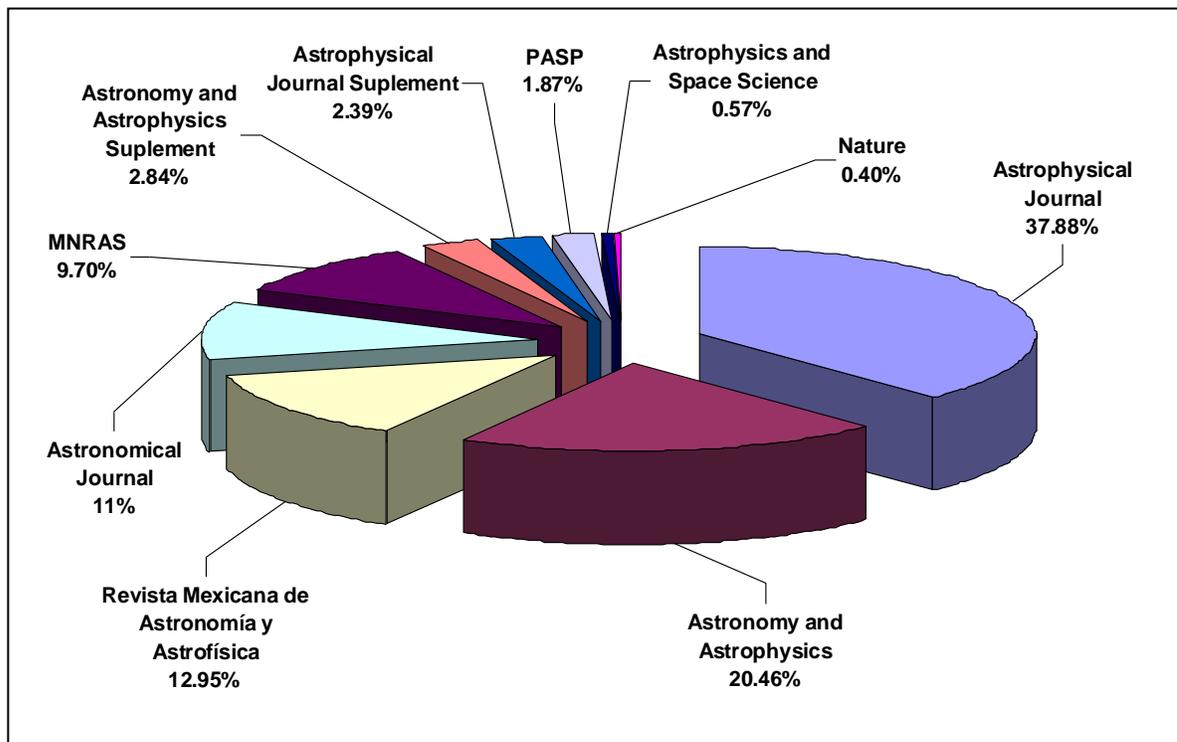


Figura 29. Distribución de las citas según principales revistas citadas.

III. Resultados

Las primeras cuatro revistas agrupan más del 70% de las citas, mientras que el otro grupo restante de seis revistas se distribuyen el 30% aproximadamente, tal y como se muestra en la Figura anterior.

Un análisis inverso de estas revistas, es decir, vistas como las revistas más usadas en el total de referencias presentes en la producción científica generada por esta comunidad de astrónomo, identifica al mismo grupo de revistas, aunque el orden, según de la frecuencia de aparición cambia respecto al presentado en la Figura 30. En primero y segundo lugar aparecen igual al gráfico anterior, la *Astrophysical Journal* con el 44% seguida del *Astronomy and Astrophysics* con el 18% aunque el porcentaje cambio las revistas ocupan el mismo lugar de importancia como referenciada que como citada. No sucede igual con la que ocupa el tercer lugar aquí es el *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS)* con el 11%, seguida por el *Astronomical Journal* con el 9%. Vuelve aparecer la revista *Nature* como una revista ligeramente importante también en el uso que de ella se hace en las referencias, tanto como en las citas.

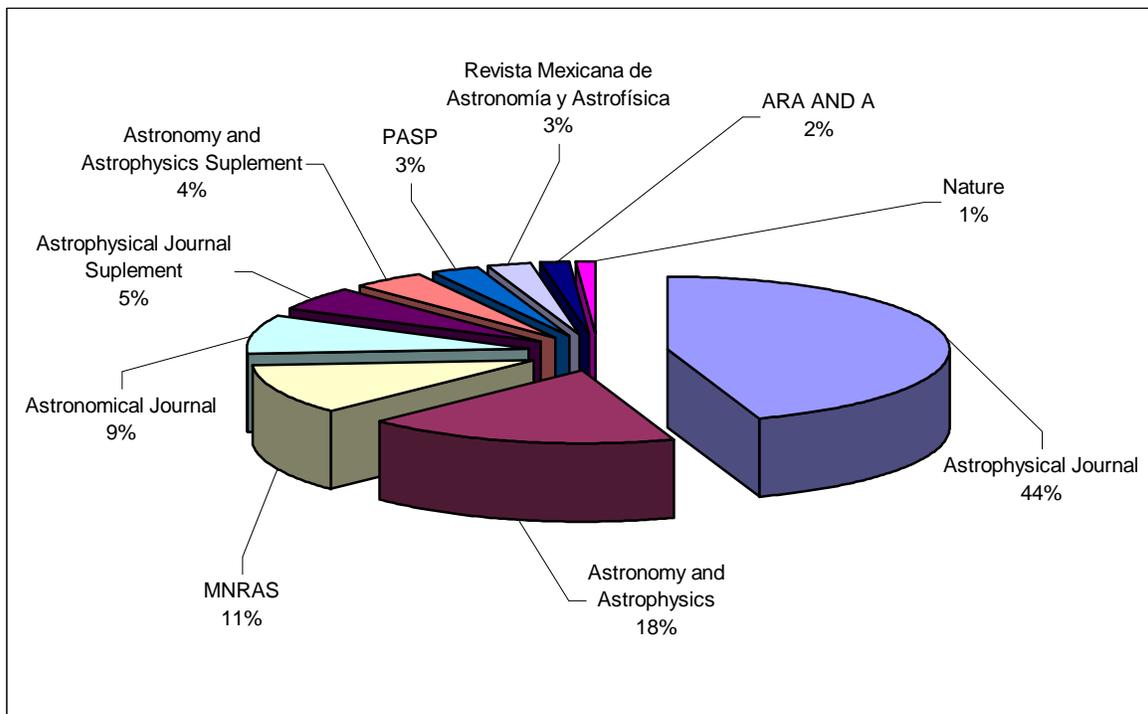


Figura 30: Distribución de las 10 revistas más usadas en las referencias.

El análisis de la comunicación científica, a partir de las referencias utilizadas en los documentos publicados así como de las citas que reciben los propios documentos a partir de las mismas referencias, denota cierta endogamia y un reducido impacto de la producción científica que se esté estudiando. Es por ello que para medir un impacto más real y menos endogámico, resulta conveniente analizar a los documentos fuente objeto de estudio en otras fuentes en las que se incluyan referencias distintas a las contenidas en los documentos fuente analizados.

Muestra de lo anterior, puede ser observado en cada uno de los resultados hasta aquí obtenidos referente al análisis de la comunicación científica. Estos resultados motivan el interés por conocer el comportamiento de esta producción en una de las fuentes más importantes relacionadas con el análisis de citas, es decir, con el *Science Citation Index* (SCI), los resultados obtenidos en esta fuente se muestran en el apartado siguiente.

3.4. Comportamiento de los artículos fuente de acuerdo con el Science Citation Index.

Para este estudio se tomó en cuenta una muestra de 790 artículos fuente ya identificados como la producción científica generada por esta comunidad científica en el período estudiado, de los cuales 702 artículos recibieron 11138 citas en el periodo comprendido entre 1995 hasta diciembre de 2003, como se puede observar se encontraron 88 artículos que no fueron citados en este periodo de tiempo, según el SCI.

En la Figura 31 se presenta una distribución del número total de citas recibidas a todos los artículos citados por cada uno de los años comprendidos en el período estudiado.

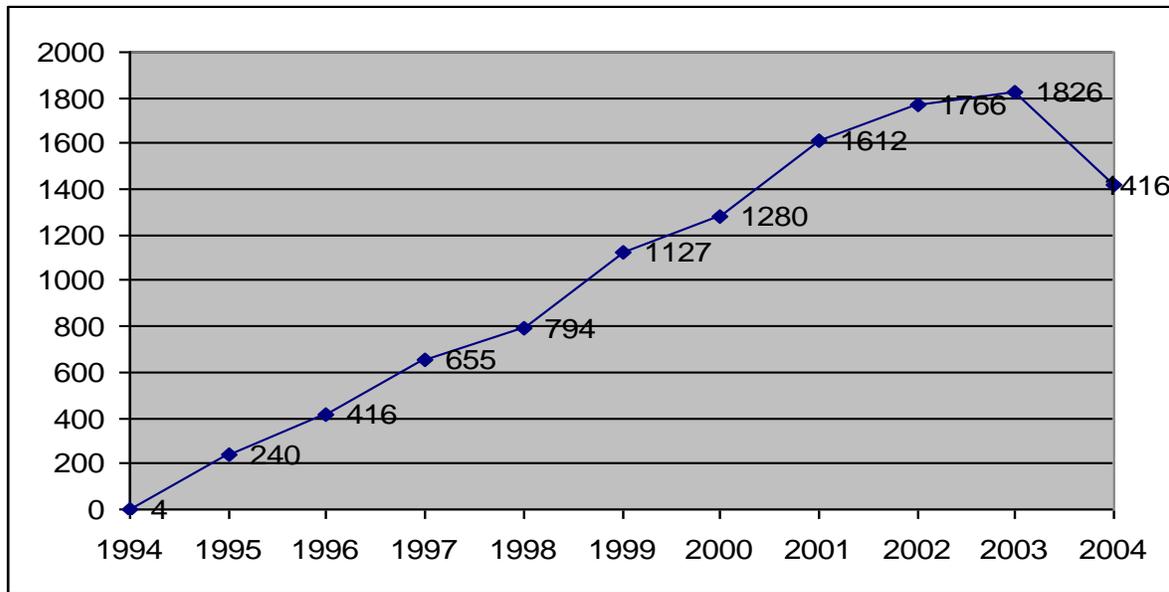


Figura 31: Distribución de citas recibidas por año, según el SCI.

En esta distribución se observa un marcado incremento del número de citas por año y un ligero descenso, por razones obvias en el último año analizado, esto último, debido a que en el momento de esta investigación muchos de estos documentos no alcanzaban la edad suficiente para acumular la mayor cantidad de citas, sobre todo si se recuerda que la muestra de documentos fuentes utilizados en esta investigación fueron publicados en las últimas dos décadas (1999- 2002), según lo indicado en la tabla 4 de este capítulo.

Otro aspecto a analizar es el referente al impacto de esta información según la frecuencia de autores citados, en este sentido se muestran como en la Figura 32 los diez autores más citados por el *Science Citation Index* son con un 26% *Mirabel, I.F.*, seguido de *Carney, B.W.* con 10 % y *Trager, S.C.* con el 9 %. En este comportamiento resulta notoria la marcada diferencia entre el primer autor más citado en más del doble de la proporción que representa el segundo autor.

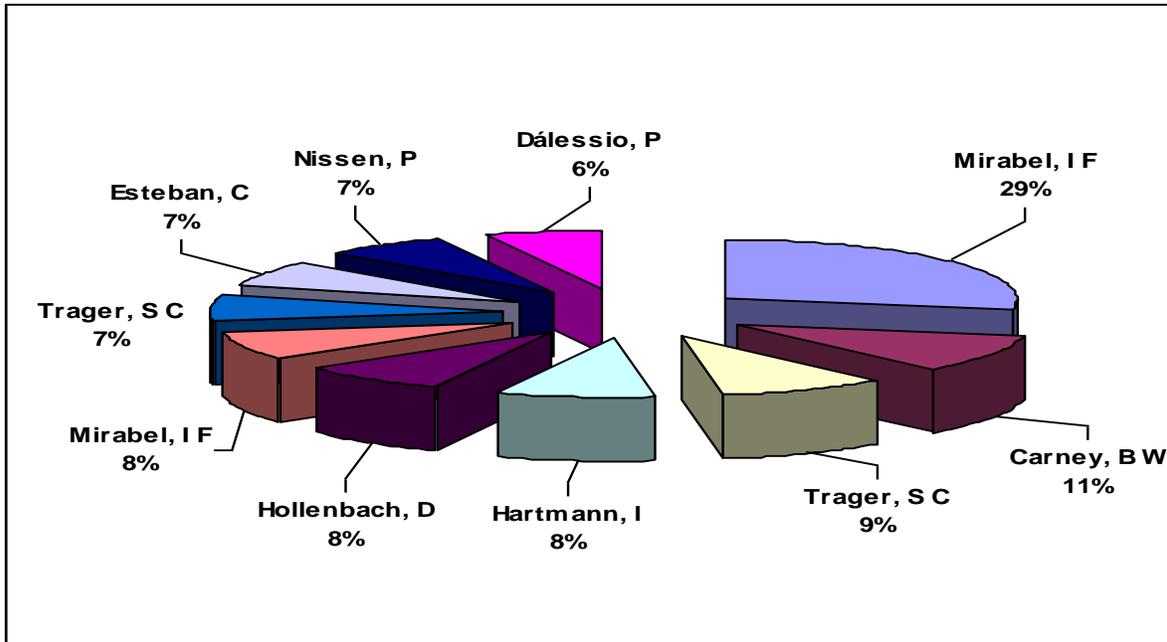


Figura 32: Distribución de los artículos fuente más citados en el SCI, según sus principales autores

El resto de los autores se distribuyen casi de forma equitativa poco más de la mitad de las citas, según se puede observar en la figura 32.

Del análisis anterior sobre la distribución de las citas y por autores principales citados, surge la curiosidad de conocer cuáles son los causantes de las citas recibidas, con el propósito de identificar el verdadero impacto de esta producción científica más allá de las fuentes en la que ésta se difunde. De ahí que obtener la frecuencia de las revistas e instituciones citantes de estos documentos fuentes se encuentra que éstos aparecen citados en doce revistas principales, entre las que se pueden destacar, según lo presentado en la Figura 33, la *Astrophysical Journal* con el 38%, el *Astronomy and Astrophysics* con el 23% y la *MNRAS* con el 13% entre otras.

III. Resultados

Como se puede observar queda comprobado que la endogamia, tanto en la selección de las revistas para publicar los documentos fuente, el uso que se hace de éstas (en las referencias), como en las citas que recibe esta producción científica, no sólo en el análisis de las referencias utilizadas por los propios documentos fuentes, sino también en el realizado con los datos encontrados en el SCI.

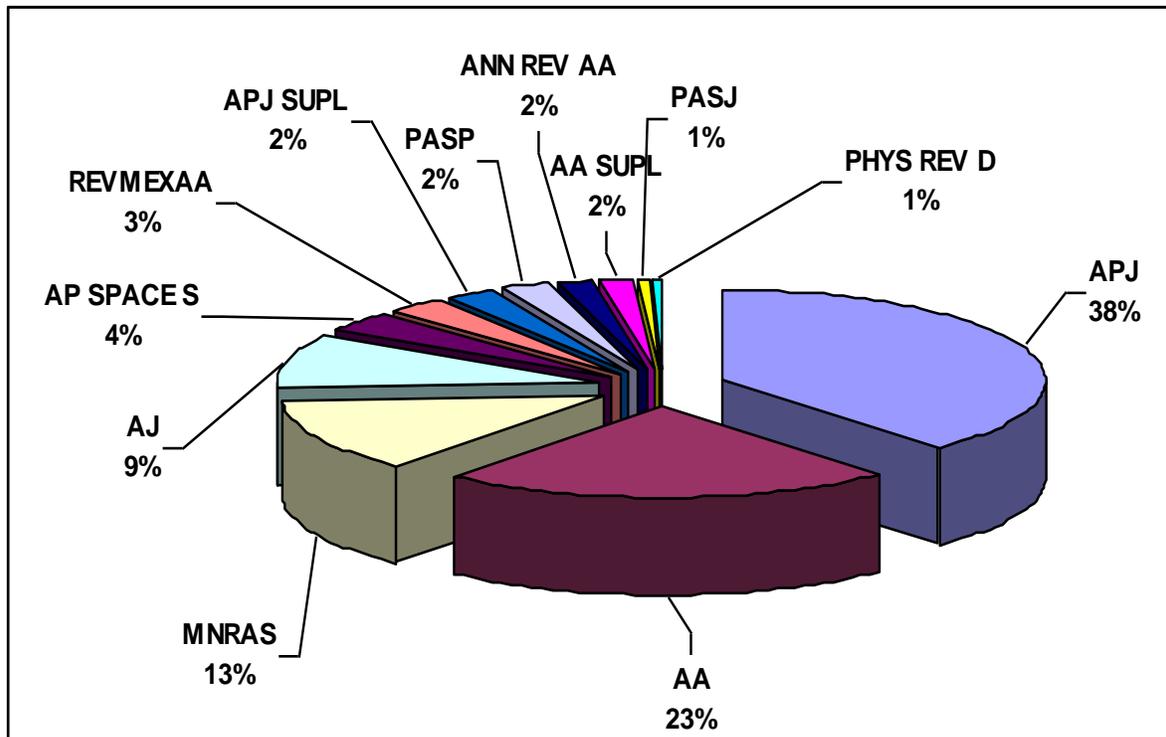


Figura 33: Distribución de las revistas citantes de acuerdo al SCI de los documentos fuentes.

Una última mirada al comportamiento de las principales instituciones citantes, es decir las causantes en realizar la mayor parte de las citas a esta producción, indica según lo mostrado en la Figura 34, que entre estas instituciones se encuentran: en primer lugar al *IA-UNAM* con el 25%, seguida por el *Harvard Smithsonian* con el 23%, y con un 11% de representatividad equitativa dos instituciones españolas, el *Instituto de Astrofísica de*

Canarias y el *Instituto de Astrofísica de Andalucía.*, estos últimos debido a las correlaciones de colaboración que esta comunidad mantiene con estas instituciones españolas.

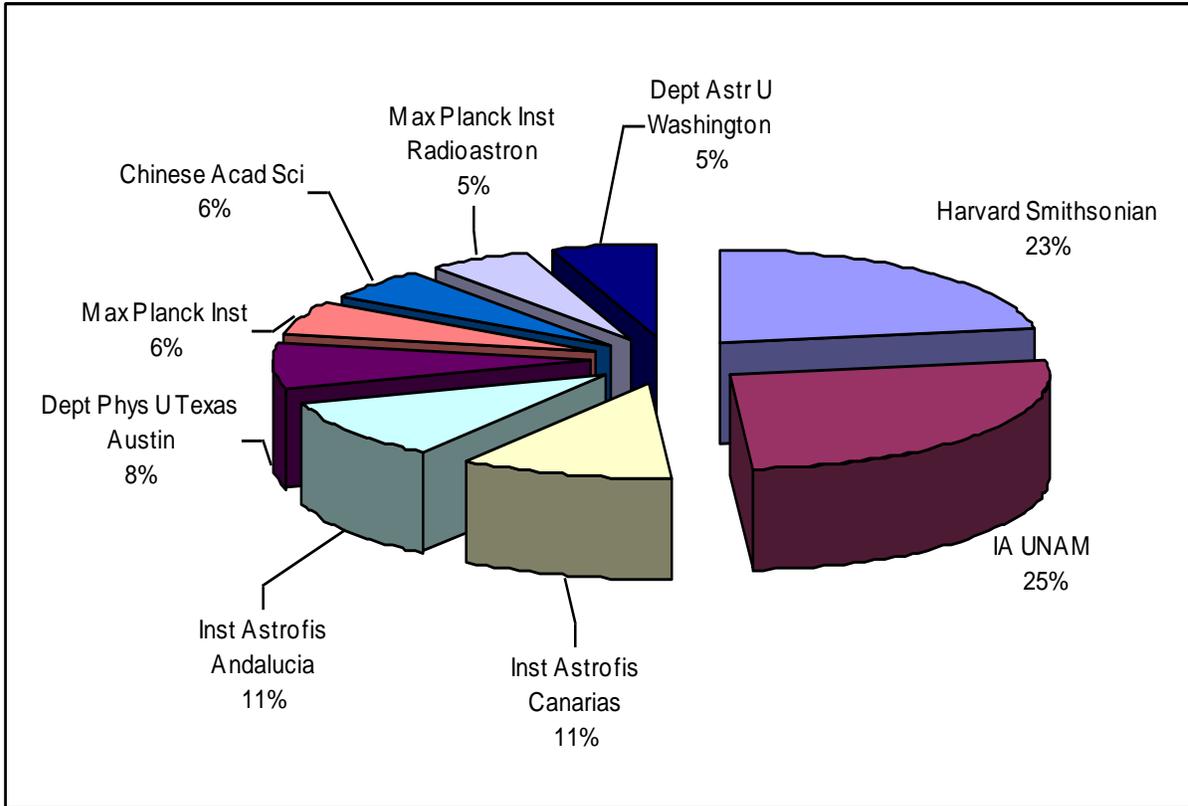


Figura 34: Distribución de las principales instituciones citantes.

IV. Discusión

El análisis de los resultados obtenidos en esta investigación, presentados en el capítulo anterior, aportan información valiosa para la toma de decisiones en materia de política científica, editorial y bibliotecaria, referente al Instituto de Astronomía. Sobre todo, si se toma en consideración que es la primera vez que la Comunidad Científica que integra esta institución es estudiada a partir de su comportamiento bibliométrico, pero estos resultados alcanzan mayor relevancia cuando se comparan y exponen a la luz de otros obtenidos en investigaciones similares.

Es por lo anterior, que en este capítulo se discuten y contrastan los principales resultados obtenidos en este estudio, a partir de aquellos publicados y que fueron encontrados en la literatura especializada.

4.1. Características de la producción científica

4.1.1. Características de la autoría.

Una de las variables analizadas en la producción científica objeto de estudio fue la referente a la autoría de los trabajos publicados por esta comunidad. Los resultados obtenidos en este sentido indican que en su mayoría los trabajos publicados fueron firmados por tres autores, seguidos por los trabajos de cuatro autores, mientras que la proporción de los firmados con un solo autor resultó lo suficientemente exigua como para concluir que ésta es una comunidad que realiza sus trabajos en su mayoría de forma colectiva, y si a esto se une la diversidad de instituciones a las cuales se asocian estos autores, este comportamiento pudiera estar denotando como característica distintiva cierta tendencia al trabajo en colaboración, resultados que coinciden con lo reseñado en la literatura especializada sobre lo estudiado en esta especialidad por otros autores.

De acuerdo con lo encontrado en la literatura especializada citado por Abt ¹ comenta en un estudio publicado recientemente, que durante las dos primeras décadas del siglo XX el 90% de los artículos publicados en esta especialidad eran de autoría individual, a mitad del siglo esto cambio a un 75% y ya en el año 2000 únicamente el 2% de los artículos son realizados por un solo autor. Otro aspecto muy relacionado con la forma en la que se agrupan los autores para escribir sus resultados de investigación lo constituye la colaboración científica, Abt en este mismo trabajo indica que en 1950 los artículos eran escritos entre autores de la misma institución, los artículos de astrónomos de diferentes instituciones eran raros. Es hasta 1970 donde comienzan a escribir autores de dos o más países y en el año 2000 cerca del 40% de los artículos están escritos por autores de diferentes instituciones. Este comportamiento en el incremento de la colaboración entre autores de diferentes instituciones y países Abt lo atribuye a varias razones: comienza la comunicación por medio del correo electrónico, la diversidad de sitios donde hay telescopios, lo que hace que los astrónomos viajen e interactúen entre ellos, un aumento de trabajos con intereses o datos similares como la espectroscopia o fotometría que requieren datos de varios observatorios.

Este comportamiento confirma lo ya observado por Bracher² quien en un estudio anterior, utilizando una muestra de artículos que cubren 150 años del *Astronomical Journal*, encuentra que de 1849 a 1889 todas sus contribuciones eran de un solo autor, y a partir de 1890 comienzan a aparecer pocos artículos de dos autores, la coautoría de cuatro o más autores se empieza a dar a partir de 1957, mientras que en 1967 solamente las tres cuartas partes de los artículos eran publicados por un autor, proporción que en los 20 años siguientes disminuye precipitadamente debido a que en 1989 únicamente el 26% de los artículos eran firmados por un solo autor y los niveles de coautoría comenzaban a incrementarse a cinco o más autores.

¹ Abt, Helmut "Changes in astronomical publications during the 20th century" En : Information Handling in Astronomy: Historical vistas /ed. A. Heck, 2003 pp 127-137

² Bracher, Catherine "The astronomical journal: a mirror of astronomy" En : Astronomical Journal vol.117 : 1, 1999 pp. 12-16

Otros trabajos como los de Davoust³ ⁴ quien realiza un estudio, utilizando una muestra que cubre un periodo de 19 años, encuentra que los artículos con un solo autor van decreciendo de 0.91% en 1960, a 0.77% en 1970 y ya en 1980 a 0.70%, concluye además, en este estudio, que el número de artículos ha bajado al igual que el número de páginas en las revistas. En un trabajo posterior (1991) este mismo autor comenta que el número de colaboradores en los artículos ha aumentado, no obstante a que se nota que ha bajado el número de artículos por astrónomo, es decir su densidad.

Este aspecto de la densidad de astrónomo por artículos había sido tratado también por Abt⁵ con el propósito de determinar, de todos los astrónomos relacionados en la *American Astronomical Society* (4995 autores en ese año), cuántos artículos publicaba cada autor por año. En este estudio, realizado por un periodo de cinco años de 1984-88, este autor observa que el porcentaje por astrónomo decrece con grandes intervalos de tiempo, porque los artículos son escritos por varios autores y éstos varían de trabajo a trabajo debido a que no siempre son los mismos. En este sentido encuentra que la mediana de astrónomo por artículos es de 2.28 artículos por año.

En otro trabajo de Abt⁶ publicado en este mismo año, en un estudio que este autor realiza de 1949 a 1989, analiza cuatro revistas en este periodo la *Astrophysical Journal*, *Astronomical Journal*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, y la *Astronomy and Astrophysics*, observa que a partir de 1970 la autoría de diferentes instituciones se incrementa un 30%, y durante los últimos 20 años se ve incrementada la autoría múltiple, lo cual conlleva a un incremento de la colaboración internacional que le atribuye, entre otras razones, a las siguientes: el ejercicio del año sabático, la colaboración

³ Davoust, E., L.D. Schmadel. "A study of the publishing activity of astronomer since 1969" En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 99, 1987 pp. 700-710.

⁴ ----- "A study of the publishing activity of astronomers since 196" En : Scientometrics 22, 1991 pp. 9-39.

⁵ Abt, Helmut "Publication characteristics of members of the American Astronomical Society" En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 102, 1990 pp. 1161-1166.

⁶ ----- "Trends toward internationalization in astronomical literature" En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 102, 1990 pp. 368-372.

en artículos observacionales, el contacto que pueden tener los astrónomos en la red, los cambios en los hábitos de publicación al moverse de países y revistas, por estar descontentos con las políticas de las publicaciones o formatos de las revistas nacionales, la motivación y necesidad de publicar en revistas más prestigiosas, así como por la necesidad financiera de publicar en revistas con bajo o ningún pago de páginas.

Otro aspecto relacionado con la forma en que los autores se asocian para publicar sus documentos puede ser medido a partir de la tasa de documentos coautorados y del índice de coautoría, en los resultados obtenidos en este estudio se aprecia que el valor obtenido en el cálculo del primer indicador es de 0.9620, es decir más del 90% de los documentos son publicados con autoría múltiple, mientras que el cálculo del segundo resultó de 4.96 autores por artículos, valores que vienen a confirmar lo hasta aquí reseñado en la literatura especializada.

4.1.2 Modelo matemático de Lotka.

Davoust,^{7 8} en dos trabajos publicados en 1987 y en 1991 al aplicar el modelo matemático de Lotka encuentra que el número de autores a intervalos de tiempo de 6 meses, 1 año y 5 años, en dos periodos 1969-73, 1979-83 hay más autores con “ n ” artículos cuando el tiempo del intervalo se incrementa, lo que hace que el modelo Lotka se cumpla. Señala que ello se explica por razones obvias, pues se producen más artículos en 5 años que en seis meses, sin embargo sostiene que si se mantiene el estudio por grandes periodos la productividad decrece rápidamente de acuerdo con este modelo, esto sugiere que existe un límite asimbiótico al número de artículos que un astrónomo puede escribir en un tiempo dado. Comenta además que los astrónomos no tienen que avocarse al cumplimiento de una “ley” o modelo empírico porque la productividad de los astrónomos es muy dinámica

⁷ Davoust, E., L.D. Schmadel “A study of the publishing activity of astronomer since 1969” En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 99, 1987 pp. 700-710.

⁸ ----- “A study of the publishing activity of astronomers since 1969” En : Scientometrics 22, 1991 pp. 9-39.

y un fenómeno complejo, que no puede estar reducida a una sola “ley”. Sin embargo los datos obtenidos del cálculo de este modelo matemático a la muestra utilizada en este estudio demuestran que sí cumplen con lo enunciado por Lotka en su postulado teórico.

4.1.3. Comportamiento temático de los artículos fuente.

Para medir el comportamiento temático de los artículos fuente en este estudio se utilizó, como ya fue detallado en el capítulo metodológico, el Índice de Pratt, utilizando para su cálculo las palabras clave aportadas por el propio especialista en los artículos. Los resultados obtenidos en este sentido denotan que las cinco revistas que contienen mayor concentración temática son: *Astronomical Journal*, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *Astronomy and Astrophysics*, *Astrophysical Journal* con el 0.36, 0.34, 0.33, 0.31, 0.26 respectivamente, lo cual podría estar indicando que en estas revistas se presentan mayores niveles de especialización en determinado tema a diferencia del resto, cuyos contenidos aparecen distribuidos de forma multitemática.

Otro intento por demostrar los niveles de concentración temática o de especialización por temas particulares, pero esta vez identificados por países aparece en un estudio de Sánchez,⁹ quien observa que los temas de Estrellas y Nuestra Galaxia aparecen como los más representativos con un 62% publicados por USA y en un 15% por UK, mientras que en el resto de los países se distribuye el restante 23%. Los documentos publicados sobre astronomía estelar están presentes en un 62% en USA, un 2% en UK y el restante 36% aparecen publicados por el resto de países. También observa la presencia del uso del telescopio de 4 mts. en 189 artículos de los 1000 estudiados lo cual resulta un indicativo de que estos trabajos están basados en datos observacionales y quienes lo utilizaron primordialmente fueron los astrónomos de USA.

⁹ Sanchez, S.F., C.R. Benn “Impact of astronomical research from different countries” En : *Astronomische Nachrichten* 325 : 5, 2004 pp. 445-450.

Otra observación sobre el comportamiento temático de los documentos aparece publicada por Abt¹⁰ quien indica que en el siglo veinte el tema tratado en las publicaciones y el número de artículos publicados es diferente que a principio de este siglo donde los artículos tratan más sobre Medidas de Posiciones, Objetos del Sistema Solar y las Estrellas, Mecánica Celeste, Observación de Estrellas Variables, Nuevos Instrumentos y Espectros.

Un estudio de Bracher¹¹ en la *Astronomical Journal*, revista con más de 150 años de estar publicándose, señala importantes cambios en su temática durante este largo período, indica que al comienzo eran Reportes de los diferentes observatorios, Datos o notas sobre cometas, Asteroides, Estrellas variables, Meteoros, Los anillos de saturno y trabajos sobre el Eclipse de 1851. A partir de 1927 las temáticas anteriores son sustituidas por Latitud y longitud de Júpiter, Planetas, Cúmulos de estrellas y Nebulosas. Mientras que en los años cuarenta alcanza su apogeo la publicación de trabajos sobre la Estructura galáctica y a partir de 1957 comienzan a aparecer trabajos sobre Galaxias, estudios que se mantienen hasta estos días.

Otro análisis temático, pero esta vez también por país, tiene lugar en China en donde Jinming Liu¹² estudia 5 años de la producción china en 9 revistas foráneas en inglés y 80 revistas de ese país, en una muestra de 2454 artículos publicados por esas revistas encuentra que los temas principales tratados por los astrónomos chinos son: 15%.5 sobre Mecánica Celeste, 15.5% sobre el Sol, 14.2% Estrellas, y 16.3% sobre Nuestra Galaxia.

Un aspecto asociado al análisis del contenido temático de los artículos científicos publicados por los astrónomos es el referente a la naturaleza de los trabajos, es decir artículos de corte teóricos, observacionales y prácticos a partir del análisis de datos

¹⁰ Abt, Helmut ob.cit. En : *Information Handling in Astronomy: Historical vistas* /ed. A. Heck, 2003 pp 127-137.

¹¹ Bracher, Catherine ob.cit. En : *Astronomical Journal* vol.117 : 1, 1999 pp. 12-16.

¹² Jimming Liu, Sizhu Shu "Statistical análisis of astronomical papers of China during 1986-1990" En : *Scientometrics* 32 : 3, 1995 pp. 237-245.

compilados en grandes bases de datos, como por ejemplo, un estudio realizado por Abt ¹³ en el que analiza la *Astrophysical Journal* y observa un crecimiento de artículos publicados entre 1972-1986, además de que este incremento a partir de 1987 está caracterizado por dos vertientes fundamentales, por un lado se observa, de forma muy significativa, la presencia de artículos teóricos y por el otro la de artículos observacionales, mientras que el número de artículos basados en grandes bases de datos se mantienen en una constante, Cambios que no ocurren en otras revistas tales como la *Astronomical Journal*, *Icarus*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *Astronomy and Astrophysics* o *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*.

Una coincidencia que se puede identificar entre los estudios temáticos antes reseñados y el presentado en esta tesis resulta del hecho de que en ellos se han estudiado las mismas revistas que se analizaron en este estudio, lo cual pudiera estar denotando los niveles de especialización y de cobertura temática que presentan estas revistas en este campo del saber.

4.2. Comunicación científica

En los resultados presentados en el capítulo anterior se analiza el comportamiento de la comunicación científica, no sólo desde las perspectivas que ofrece el análisis de las referencias presentes en la producción científica, sino que también se estudian las regularidades a partir del impacto que esta producción científica ocasiona al exterior del entorno en la que se produce. Para ello, se analiza el comportamiento de dicha producción en el SCI como una forma de comprobar su verdadero impacto hacia el exterior de la comunidad científica estudiada. Cabe destacar que en ambos escenarios el comportamiento de su impacto coincide no sólo en los principales autores fuentes, sino también, en las principales fuentes, países e instituciones que participan en este proceso de

¹³ Abt, Helmut “The current burst in astronomical publications” En : *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 106, 1994. pp. 1015-1017.

comunicación, así como la edad de las referencias utilizadas y el comportamiento de las revistas en el SCI.

Lo anterior ha podido ser corroborado en la literatura publicada sobre este tema y que ha estado disponible para este estudio. Una serie de trabajos orientados al estudio de las referencias coinciden sobre el obvio uso del inglés como principal lengua, la frecuencia de uso de revistas fuentes, la probabilidad de cita de los artículos según su edad, entre otros aspecto como el tamaño de los artículos en hojas y su cantidad por volúmenes de revistas, tema no estudiado en esta tesis.

4.2.1. Análisis de las referencias

En un trabajo publicado por Sánchez¹⁴ se analizan los 1000 artículos más citados publicados de 1991-98 por la comunidad europea, encontrando que el publicar en inglés favorece a los nativos de esa lengua, los hablantes del inglés no leen o citan artículos escritos en otro idioma, la base de datos de citas, proviene de revistas foráneas lo que da una tendencia en los resultados, a través de preferir leer y citar revistas nacionales, lo que favorece a la comunidad científica nativa de USA y UK.

Más adelante este autor señala, en el mismo trabajo, que el 62% de los artículos fueron publicados por el ApJ, el 83% por el MNRAS y el 30% por la AA, revistas identificadas también en este estudio entre las más utilizadas en las referencias por la comunidad científica del IA-UNAM, aunque en diferente orden y proporciones. Otro aspecto identificado también fue el tema más tratado por estas revistas, encontrando que el más significativo fue el de Extragalácticas. Haciendo un conteo de las referencias de 25 artículos, que trataban sobre este tema, y dividiendo la muestra en dos grupos: los europeos y los EUA, encontró, que el número de referencias estaba entre 37 y 79 para los artículos de Extragalácticas y entre 34 y 78 para Galáctica respectivamente, lo que

¹⁴ Sanchez, S.F., C.R. Benn “Impact of astronomical research from different countries” En : Astronomische Nachrichten 325 : 5, 2004 pp. 445-450.

demuestra que el rango entre las dos comunidades, es decir entre los europeos y los de los EUA, tenía un comportamiento similar, lo cual indicaba el interés de ambas comunidades en el uso de artículos procedentes de estas revistas y sobre los mismos temas.

Abt¹⁵ en 1987, en un estudio que hace con varias revistas americanas, de las cuales cinco eran de astronomía, cuatro de física y una de geología, además de otras tres de astronomía pero europeas, vuelve sobre tema del análisis de las referencias y encuentra que el número de referencias por artículo es mayor en las revistas editadas en USA, seguida por la geología, y en tercer lugar corresponde a las revistas de astronomía europeas y por último las de física. La posible razón que explica este comportamiento, según este autor, se debe a la diferencia del número de artículos publicados en cada revista, aunque nota que los geólogos y astrónomos escriben artículos más largos y con más referencias, otra causa también pudiera estar asociada al hecho de que unas tratan temas más predominantes en ciencias observacionales y las otras a las ciencias experimentales.

Anteriormente el propio Abt¹⁶ en 1981 ya había comentado, refiriéndose al tema de la frecuencia de uso de las revistas en las referencias, que la frecuencia con que se cita un artículo es diferente dependiendo del promedio de páginas por revistas en *The Astrophysical Journal Supplements*, es del 53.4% la *Astrophysical Journal* tiene el 9.2% y la *Astronomical Journal* el 5.9% en promedio. Mientras que el promedio de citación durante 18 años es de 3.1, 1.1 y 0.5 para cada una por año, con lo cual demuestra la relación de proporcionalidad que existe entre el promedio de páginas y el total de citas recibidas por año. Al final de su estudio destaca que el 6.1% o sea 20 artículos, nunca fueron citados durante 18 años después de su publicación, aunque, en este sentido concluye, que no hay que olvidar que la razón por la que se hace investigación astronómica es para aprender acerca del universo y no para producir citas.

¹⁵ Abt, Helmut "Reference frequencies in astronomy and related sciences" En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 99, 1987 pp. 1329-1332.

¹⁶ ----- "Long-Term citation histories of astronomical papers" En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 93, 1981 pp. 207-210.

4.2.2. Análisis de la Obsolescencia

Otro aspecto estudiado en las referencias utilizadas en la producción científica de esta comunidad de astrónomos objeto de estudio es el referente al de la obsolescencia, a partir de la edad de las referencias utilizadas. Los resultados encontrados en este sentido, apuntan a identificar un comportamiento típico en este campo del conocimiento en el que confluyen revistas con un fuerte componente de referencias de archivo, lo cual es la causante de una vida media muy alta, con otras cuyas referencias tienen un carácter más operativo, es decir más actuales y como consecuencia una vida media más corta.

Este comportamiento pudiera estar asociado a la temática y naturaleza de los artículos tipos que publican estas revistas, es decir en unas predominan artículos de corte teóricos e históricos como por ejemplo Arqueoastronomía y Efemérides Astronómicas, mientras que en otras la presencia de temas como Astronomía Extragaláctica e Instrumentación Astronómica requieren de datos, observaciones e instrumentos más novedosos y actuales.

El comportamiento anterior aparece reflejado en los resultados obtenidos en el análisis de la obsolescencia realizado en esta tesis, en la cual se identifican revistas como la Applied Optics con una vida media de 26 años, revistas como la RVMEXAA que publica temas más interdisciplinarios y de diversa naturaleza con una vida media de 13.13 años y otras como la Science que a pesar de no ser de la especialidad, pero que cuya frecuencia, diversidad temática y actualidad la convierten en el canal idóneo para dar a conocer temas y descubrimientos de actualidad astronómica con una vida media de 2.75 años.

Abt¹⁷ en el año 2000, al cumplir 100 años la American Astronomical Society, realiza un estudio en el cual pregunta a 53 importantes astrónomos ¿Cuál fue su artículo más importante publicado por la Astronomical Journal o Astrophysical Journal durante estos

¹⁷ Abt, Helmut “Do important papers produce high citation counts?” En : *Scientometrics* vol. 48 : 1, 2000 pp. 65-70.

100 años?. Encontrando que los artículos publicados antes de 1950 producen 11 veces más citas que los artículos posteriores a 1950 que únicamente son citados 5.1 veces, comportamiento que pudiera estar justificando los 10.34 años de vida media promedio que tienen las revistas fuentes estudiadas en esta investigación y cuyas causas se encuentran las ya mencionadas sobre la necesidad de este campo temático de volver siempre a los clásicos, a las observaciones realizadas con anterioridad, a las otrora teorías sobre el Universo y al uso de instrumentos cuya tecnologías descansa en la Óptica Clásica.

Estos supuestos, que justifican los resultados obtenidos en este estudio sobre la obsolescencia de las revistas son también corroborados por Abt¹⁸ en 1981 al estudiar una muestra de 326 artículos, encuentra que el promedio de las citas alcanza un máximo de cinco años después de su publicación y decrece el 3.7% al año, después de 20 años de haber publicado el artículo se llega a la media máxima citada, encuentra artículos con más de 32 años que pueden seguir siendo citados, este autor señala que la vida-media encontrada es hasta de 20 años después de su publicación.

Mientras que Groos ¹⁹en 1969 analiza en 12 revistas una muestra de 1172 artículos y concluye que, una vez eliminadas las citas duplicadas de las doce revistas, el nivel de obsolescencia o edad de sus referencias es de 15 años. El estudio lo basa en la identificación de los artículos para copias en la biblioteca de la fuerza aérea de Cambridge AFCRL durante los periodos de 1960-6, 1946-1966, 1900-1945 y 0-1966

4.2.3. Análisis de las citas en la base de datos propia y en el SCI

El análisis de las citas recibidas por autor en esta investigación a partir de la base de datos elaborada para este estudio indica que los principales autores más citados por esta

¹⁸Abt, Helmut ob.cit. En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 93, 1981 pp. 207-210.

¹⁹ Groos, O.V. "Citation characteristics of astronomical literature" En : Journal Documentation 25 : 4 1969 pp. 344-347.

comunidad corresponden a 4 investigadores integrantes de la misma, quienes reciben más del 50% del total de citas encontradas en esta muestra. Esto pudiera estar revelando un comportamiento endogámico al interior de esta comunidad, no sólo entre autores sino también en revistas e instituciones como queda demostrado en las figuras 33 y 34 de los resultados presentados en el capítulo anterior.

Un comportamiento diferente había sido encontrado por Abt²⁰ quien obtiene del ISI la lista de los 100 artículos más citados en astronomía en el periodo de 1988-1997, encontrando que los primeros autores son de 16 diferentes países, Y nota que en las tres últimas décadas hay un incremento del 1% por año de la colaboración de autores de dos o mas países diferentes por artículo, lo que evidencia el carácter internacional de la investigación astronómica actual procesada en el ISI. También hacer referencia a las revistas más citadas siendo las cinco primeras de un total de catorce revistas, el APJ, APJS, MNRAS, Nature y AJ, en este orden

Los resultados obtenidos en este estudio, relacionado con la frecuencia de citas recibidas por autores comprueba este comportamiento identificado por Abt, debido a que una distribución de autores más citados en el ISI identifica un conjunto de autores diferentes de diversas instituciones y ninguno pertenece a la comunidad de astrónomos estudiados, tal y como se muestra en la figura 32 del capítulo anterior.

4.2.3.1 Tipología de los documentos citados y citantes

Los resultados obtenidos en este estudio sobre estas variables indican que el ciento por ciento de los documentos citantes son artículos científicos, no ocurre así con los citados, en los cuales el 87.60% son artículos y un 10.74% son monografías, no obstante estos resultados indican la preferencia de esta comunidad no solo por comunicar sus resultados

²⁰ Abt, Helmut "The most frequently cited astronomical papers published during the past decade" En : Bulletin of the American Astronomical Society vol. 32 : 1, 2000 pp. 937-941.

en este tipo de publicación, sino que además es el tipo de documento más utilizado también en las referencias de sus trabajos publicados.

Este comportamiento referido a la tipología documental citada y citante aparece también reflejada en un artículo de Abt ²¹ en el que se indica que las fuentes utilizadas en 1900 eran principalmente revistas con el 84%, siendo una modalidad que se mantiene constante a través del siglo, debido a que en 1992 se mantiene en el 80% de las publicaciones astronómicas el uso de este tipo de documentos.

Otros aspectos encontrados también por este autor en su trabajo indican que las publicaciones observacionales tienen su auge en los años cincuenta ocupando un 12% del total de las publicaciones pero decrece ocupando en 1992 únicamente el 1%. Las comunicaciones privadas tienen una constante del 1 al 2% en estos cien años. El uso de los preprints se incrementa con el paso de los años siendo un 2 o 3%, mientras que las tesis son una constante del 1 al 2% y las reseñas se incrementan del 1 al 2%. Las conferencias se incrementan hasta un 10% en el año de 1992, y las monografías decrecen del 12% en 1900 hasta llegar a un 4% en 1992, dando lugar al uso del artículo científico como el tipo de documento más usado entre los astrónomos.

4.2.4. Comportamiento de los artículos de acuerdo con el SCI

En el análisis de la producción científica generada por esta comunidad, a través del SCI del ISI, se puede observar que a lo largo de todo el período estudiado ha habido un incremento en las citas recibidas. En promedio cada documento fuente ha recibido alrededor de 16 citas, cifra que comparada con otras comunidades de astrónomos y países continúa siendo bajo, comportamiento distintivo en comunidades científicas de países en

²¹ Abt, Helmut ob.cit. En : Information Handling in Astronomy: Historical vistas /ed. A. Heck, 2003 pp 127-137

vías de desarrollo y que se diferencia sustancialmente de las citas recibidas en países como EUA y UK.

Peterson.²² evalúa la investigación que se realiza en el Dominion Astronomical Observatory, de Canada concluyendo que sus investigadores publican trabajos con alto porcentaje de trabajos observacionales, y hace una crítica al SCI ya que dice que el número de citas no puede medir la importancia de una contribución, puede sin embargo indicar en qué grado el trabajo ha sido usado en investigaciones posteriores, mostrando la influencia de un trabajo en otro.

Esta ventaja de algunos países sobre otros en el SCI es también indicada por Sánchez en el artículo citado anteriormente al encontrar que los países más citados en este sistema, de acuerdo con el primer autor de los documentos, son en un 11% de USA, en un 5% de UK, un 4% de Alemania, un 4% de Canadá y en un 3% de Italia y Francia. Este autor agrega que el número de citas generadas por países en vías de desarrollo es proporcional al número de sus miembros en la IAU. El número de citas por astrónomo es alto en USA con 2.7% de todas las citas por cada 100 miembros pertenecientes a la IAU. Su número de citación es similar al de Canadá y UK.

²² Peterson, Charles J. "Citation análisis of astronomical literatura: comments on citation half-lives" En : Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 100, 1988 pp. 106-115.

V. Consideraciones Finales

Las crecientes exigencias académicas en las comunidades científicas y grupos de investigación, relacionadas con el impacto, la visibilidad y la inserción de sus resultados en las revistas de corriente principal, requieren un mayor conocimiento sobre el comportamiento de las regularidades bibliométricas de la producción y comunicación científicas que éstos generan.

Ello se debe a que la información que se obtiene mediante la identificación de estas regularidades asociadas a los productos de información generados por los investigadores, así como del impacto que éstos provocan en la literatura especializada, facilitan la implementación de políticas científicas orientadas a la gestión académica, al mismo tiempo que le permiten a sus investigadores conocer hacia dónde deben encaminar sus esfuerzos en la comunicación de sus resultados.

Los resultados obtenidos en esta investigación aportan información que permite identificar, aunque de forma muy general, el perfil bibliométrico de la comunidad científica del IA de la UNAM, con el propósito de que sus miembros conozcan las relaciones no explícitas que se dan al interior del proceso de generación, difusión e impacto de la información científica que producen y con ello puedan modificar, si es necesario, sus hábitos y conductas adquiridas en la difusión del nuevo conocimiento que obtienen a través de sus actividades de investigación.

Entre los rasgos fundamentales que caracterizan el perfil bibliométrico de esta comunidad se pueden mencionar los siguientes:

- En la producción científica que esta comunidad genera se observa como tendencia una forma de trabajo colectivo, la cual se pone de manifiesto en el alto grado de autoría múltiple identificada en sus publicaciones, así como la diversidad de instituciones a las que pertenecen sus autores.

- En la generación de conocimiento se observa cierto rasgo de liderazgo científico, si se parte del hecho de que toda esta producción científica publicada en forma colaborativa los miembros de esta comunidad aparecen en primero y segundo nivel de autoría.
- El comportamiento de la productividad científica generada por estos investigadores cumple con lo postulado por el Modelo Matemático de Lotka, lo cual resulta indicativo de que existe una élite de autores altamente productivos, asociada al rasgo de liderazgo identificado en este selecto grupo de investigadores.
- Los resultados obtenidos en la medición de la concentración temática de las revistas fuente en las que publican estos investigadores indican cierto nivel de especialización de los artículos publicados en un pequeño grupo de revistas entre las que destaca la REVMEXAA publicada por la propia institución.
- Las revistas en las que publican sus resultados son editadas en su mayoría por instituciones académicas y de investigación, aunque en muy poca proporción se observan otras editadas por entidades comerciales.
- Las revistas que publican la mayor parte de la producción científica que genera esta comunidad son revistas de corriente principal y aparecen indizadas en el Science Citation Index, lo cual demuestra el grado de difusión de estos resultados en el núcleo de la comunidad científica internacional.
- El principal canal de comunicación que utiliza esta comunidad es el artículo científico, comportamiento similar es identificado en la literatura que usan, aunque utilizan también en pequeñas proporciones monografías y tesis.

- La vida media promedio de las revistas fuentes utilizadas en la publicación de sus resultados es de 10.34 años, lo cual indica que la literatura utilizada por los artículos publicados en ellas, en promedio, está cercana a un 90% de referencias de archivo, es decir superior a 5 años de edad en relación con la fecha de publicación de sus artículos. Estos niveles de obsolescencia son en proporción similares a los encontrados en otros estudios realizados sobre astronomía y ciencias afines en otras áreas geográficas.
- En el análisis de las referencias utilizadas en la producción científica generada por esta comunidad se observa la presencia de autores provenientes en su mayoría de instituciones de los Estados Unidos y de España, lo cual pudiera estar indicando relaciones de colaboración entre esta comunidad y otras pertenecientes a instituciones de estos países.
- Existe una relación directamente proporcional entre los autores más productivos y los más citados, lo cual pudiera estar reforzando el criterio sobre la presencia de una pequeña élite que lidera la producción y la comunicación científicas generadas en esta comunidad.
- Las revistas fuentes, utilizadas por esta comunidad para publicar sus resultados, identificadas como las más productivas, también son las más citadas entre ellos, lo cual pudiera estar indicando los niveles de especialización de este núcleo de revista y su concordancia con el perfil temático de las investigaciones que desarrollan los miembros de esta comunidad.
- El impacto que la producción científica de esta comunidad está provocando en el ámbito internacional puede ser clasificado en ascenso, si se considera el incremento de las citas recibidas en los últimos 10 años, según el Science Citation Index.

- El núcleo de las revistas más citadas en la producción científica, generada por la comunidad académica del IA-UNAM, pertenece al grupo de corriente principal identificadas por el Science Citation Index en esta área temática

Los rasgos hasta aquí identificados en el perfil bibliométrico de esta comunidad científica no pretende identificar de forma muy general aquellos aspectos que le permitan conocer a sus miembros las principales relaciones que se dan al interior de su estructura, con el propósito de que puedan implementar políticas necesarias en el desarrollo de su trabajo académico, así como orientar en este sentido también las tareas y servicios bibliotecarios que éstos reciben.

Referencias

- Abt, Helmut “Changes in astronomical publications during the 20th century” En: *Information Handling in Astronomy: Historical vistas* / ed. A. Heck, pp 127-137, 2003
- “The current burst in astronomical publications” En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 106: 1015-1017, 1994
- “Do important papers produce high citation counts?” En: *Scientometrics* vol.48: 1 65-70, 2000.
- “Long-Term citation histories of astronomical papers” En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol.93: 207-210, 1981
- “The most frequently cited astronomical papers published during the past decade” En: *Bulletin of the American Astronomical Society* vol. 32: 1 pp.939-941, 2000
- “Publication characteristics of members of the American astronomical society” En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 102: 1161-1166, 1990
- “Reference frequencies in astronomy and related sciences” En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 99 : 1329-1332, 1987.
- “Trends toward internationalization in astronomical literature” En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 102 : 368-372, 1990.
- Asensi-Artiga, Vivina, Antonio Parra-Pujante. “El método científico y la nueva filosofía de la ciencia”. En: *Anales de documentación* No. 5: 9-19, 2002.-- 19 p.
- Borgmann, C. L. *Scholarly communication and bibliometrics* / Christine L. Borgman ed. – Newbury Park, Ca : Sage Publications, 1990 363 p.
- Bracher, Katherine “The astronomical journal: a mirror of astronomy” En: *Astronomical Journal* vol. 117: 12-16, 1999
- Bunge, Mario. *La investigación científica*. – Barcelona: Ariel, 1979.-- 955 p.
- Burton, R.E., R.W. Kebkler “The ‘Half-life’ of some scientific and technical literatures” En: *American Documentation* vol. XI: 18-22, 1960
- Coordinación de la Investigación Científica. *El subsistema de la investigación científica 1999*. – México: UNAM, CIC, 1999. --165 p.
- Dampier, Sir William Cecil. *Historia de las ciencias : Enciclopedia sistemática para una cultura universal*.—México: Mexicolee, 1944. --527 p.

- Davoust, E. L.D. Schmadel “A study of the publishing activity of astronomers since 1969” En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 99 : 700-710, 1987.
- “A study of the publishing activity of astronomers since 1969” En: *Scientometrics* 22 : 9-39, 1991.
- Delgado R. Magola y Emilio Quevedo V. (comp.) *La popularización de la ciencia y la tecnología: reflexiones básicas.* – México: Consejo de las Naciones Unidas para la Educación, de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y El Caribe; F. C. E., 1997.-- 198 p.
- Frank, Philipp *El origen de la separación entre la ciencia y la filosofía.* – México: UNAM, 1957.-- 26 p.
- Gorbea-Portal, Salvador *El modelo matemático de Lotka Su aplicación a la producción científica latinoamericana en ciencias bibliotecológica y de la información .* – México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas 2005 108 p.
- “Principios teóricos y metodológicos de los estudios métricos de la información” En: *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información* 8(17): 23-32, 1994.
- *Producción y comunicación científica latinoamericana en ciencias bibliotecológica y de la información.* — Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2004.—508 p. (Tesis Doctoral).
- Groos, Ole V “Citation characteristics of astronomical literature” En: *Journal of Documentation* 25(4): 344-347.
- Heck, Andre “Astronomy professional communication” En: *Astronomy Communication* / A. Heck (ed.). – Netherlands: Kluwer, 2000.-- p.165-184
- Jinming Liu. Sizhu Shu “Statistical analysis of astronomical papers of China during 1986-1990” En: *Scientometrics* 32(3): 237-245, 1995
- Koenigsberger Horowitz, Gloria *Instituto de astronomía informe 12990-1998.* – México : IA, 1998 128 p.
- Moreno, Marco A. “Telescopios que han influido en el desarrollo de la astronomía y la astrofísica en México” En: *Quiipu* .8(1): 51-62, 1991.
- Pérez Montfort, Ruy. *Reflexiones matutinas sobre la investigación científica: viernes 10, 7:00 a .m.* – México: F. C. E., 1994.-- 143 p.

- Peterson, Charles J. "Citation analysis of astronomical literature: comments on citation half-lives" En: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* vol. 100: 106-115, 1988
- Poveda, Arcadio, Allen, C "Instituto de Astronomía" En: *La investigación científica de la UNAM 1929-1979.--vol.1.--* pp.112-172. – México: UNAM, 1987.
- Price, Derek J. de Solla "Citation measures of hard science, soft science, technology and nonscience" En: *Communication among scientists and engineers* / C.E. Nelson, D.K. Pollock eds. – Lexington, M.A. : Heath Lexington Book, 1970. 346p.
- Price, Derek J. de Solla. *Hacia una ciencia de la ciencia.* – Barcelona: Ariel, 1973. 181 p.
- Ricci Bitti, Pio E. *La comunicación como proceso social.* – México: Grijalbo, 1990.-- 290 p.
- Ruiz Baños, Rosario "Métodos para medir experimentalmente el envejecimiento de la literatura científica" En: *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios* (46): 57-75, 1997.
- Sanchez, S.F. C.R. Benn "Impact of astronomical research from different countries" En: *Astronomische Nachrichten* 325(5): 445-450, 2004
- Sancho, Rosa "Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica" En: *Revista Española de Documentación Científica.* 13 (3-4):842-865, 1990.
- Spinak, Ernesto "Indicadores cientímetro" En: *Ciencias della .Informacao.* vol.27 (2): 141-148, 1998.
- Torres-Peimbert, Silvia comp. *Logros y perspectivas del Instituto de Astronomía.* – México: I. A, 1998.-- 70 p.

Bibliografía Consultada

- Abt, Helmut (1981) "Some trends in American astronomical publications" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 93 : 269-272
- (1983) "At what ages did outstanding american astronomers publish their most-cited papers?" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 95: 113-116.
- (1984) "Citations federally-funded and unfunded research" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 96 : 563-565.
- (1992) "What fraction of literature references are incorrect?" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 104 : 235-236.
- (1993) "Institutional productivities" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 105 : 794-798.
- (1995) "Changing sources of published information" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 107 : 401-403.
- (1995b) "Some statistical highlights of the astrophysical journal" The Astrophysical Journal vol.455 : 407-411.
- (1998) "Is the astronomical literature still expanding exponentially" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 110 : 210-213.
- (2000) "Astronomical publication in the near future" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 112 : 1417-1420.
- (2000b) "What can we learn from publication studies?" En : Heck, André ed. Organizations and strategies in astronomy vol.1. - Netherlands : Kluwer, 221 p.
- (2001) "Publication statistics for recent papers from the hubble space telescope" Bulletin of the American Astronomical Society vol.33 : 935-937.
- (2002) "Is the relationship between numbers of references and paper lengths the same for all sciences?" Journal of the American Society for Information Science and Technology vol. 53 (3) : 1106-1112.
- Arunachalam, S., S. Hirannaiah. (1985) "Has journal of astrophysics and astronomy a future?" Scientometrics vol. 8 (1-2) : 3-11.
- Bartolucci, Jorge (1991) "Formación tardía de comunidades científicas. El caso de los astrónomos mexicanos" Quipu vol. 8 (3): 361-377.

- (2000) "La modernización de la ciencia en México: el caso de los astrónomos" México : UNAM, Centro de Estudios Sobre la Universidad : Plaza y Valdés, 324 p.
- Brittain, J. Michael, Maurice B. Line (1973) "Sources of citations and references for analysis purposes: a comparative assessment" Journal of Documentation 29 (1) : 73-80.
- Brookes, B C.(1970) "The growth, utility, and obsolescence of scientific periodical literature" Journal of Documentation 26 (4) : 283-294.
- (1970b) "Obsolescence of special library periodicals: sampling errors and utility contours" Journal of the American Society for Information Science Sept-Oct. : 320-329.
- Heck, Andre (2003) "Communicating in astronomy" En : Heck, Andre, Claus Mads. eds. Organizations and strategies in astronomy vol.4. – Netherlands : Kluwer, 226p.
- Herrmann, D. B. (1988) "How old were the authors of significant research in twentieth century astronomy at the time of their greatest achievements?" Scientometrics 13 (3-4) : 135-137.
- Instituto de Astronomía (1998) "Informe 1990-1998". – México: Instituto de Astronomía, 128 p.
- Instituto de Astronomía (2000) "Informe 2000". – México: IA, 104 p.
- Instituto de Astronomía (2001) "Informe 2001". – México: IA, 108 p.
- Instituto de Astronomía (2002) "Informe 2002". –México: IA, 91p.
- Jaschek, C (1995) "The "visibility" of west european astronomical research" Scientometrics 23 (3) : 377-245.
- Lotka, A. J. (1926) "The frequency distribution of scientific productivity" Journal of the Washington Academy of Sciences 16 (12) : 317-324.
- Mata Acosta, Veronica, Jiménez Iragoso, María Elena, Gorbea-Portal, Salvador (1998) "Bibliometric behavior of the Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (1989-1995)" En : Grothkopf, Uta... et al. Library and Information Services in Astronomy III. – USA : Astronomical Society of the Pacific, 320 p.
- Moravesik, Michael J. (1989) "Cómo evaluar la ciencia y a los científicos?" Revista Española de Documentación Científica. 12 (3) : 313-325.

- Moreno, Marco A. (1986) "Algunos sucesos que dieron origen a la fundación definitiva del Observatorio Astronómico Nacional de México en 1878" Quipu 3 (3) : 299-309.
- Moreno, Marco A. (1988) "El observatorio Astronómico Nacional y el desarrollo de la ciencia en México (1878-1910)" Quipu 5 (1) : 59-67.
- Pearce, Frazer R. (2004) "Citation measures and impact within astronomy" Astronomy and Geophysics vol.45 (2) : 2.15-2.17.
- Peterson, Charles J. (1987) "The evaluation of scientific research: a brief study of citations to research papers from the Dominion Astrophysical Observatory" Journal of the Royal Astronomical Society of Canada 81 (2) : 30-35.
- Pismis, Paris (1978) "El observatorio astronómico nacional: su huella en el primer siglo de vida" Revista de la Universidad de México. 32 (2) : {4 p.s.n.}
- Pratt, Allan D. (1977) "A measure of class concentration in Bibliometrics" Journal of the American Society for Information Science. (September) : 285-292.
- Pritchard, Alan ((1969) "Statistical bibliography or bibliometrics?" Journal of Documentation vol.25 (4) : 344-349.
- Sandison, A. (1971) "The use of older literature and its obsolescence" Journal of Documentation, 27 (3) : 184-199.
- Sociedad Mexicana de Física (1996) "Catálogo Latinoamericano 1997 de programas y recursos humanos en física". – México: S. M. F, 300 p.
- Sociedad Mexicana de Física (1997) "Catálogo Latinoamericano 1997-98 de programas y recursos humanos en física". – México: S. M. F. ; F. I. S. F, 349 p.
- Spinak, Ernesto (1998) "Indicadores cientímetricos" Ciencias della Informacao. vol. 27 (2) : 141-148.
- Spruit, H. C. (1996) "A "curve growth" for astronomers on the citation index" Quartly Journal of the Royal Astronomical Society vol. 37 : 1-19.
- Taboada R., Domingo (1969) "Observatorio Astronómico" Anales de la Sociedad mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología No.1 : 21-39.
- Trimble, Virginia (1984) "postwar growth in the length of astronomical and other scientific papers" Publications of the Astronomical Society of the Pacific vol. 96 : 1007-1016.
- (1985) "Some notes on Patterns in citations of papers by american astronomers" Quartly Journal of the Royal Astronomical Society vol. 26 : 40-50.

-
- (1993) "Patterns in citations of papers by American astronomers" Quartly Journal of the Royal Astronomical Society vol. 34 : 251-260.
- (1993b) "Patterns in citations of papers by British astronomers" Quartly Journal of the Royal Astronomical Society vol. 34 : 301-314.
- Van der Kruit, P. C. (1994) "A comparasion of astronomy in fifteen member countries of the organisation for economic co-operation and development" Scientometrics vol.31 (2) : 155-172.
- Zulueta, M. Ángeles, Aurelio Cabrero, María Bordons. (1999) "Identificación y estudio de grupos de investigación a través de indicadores bibliométricos" Revista Española de Documentación Científica 23 (3) : 333-347.

Tabla 1 : Distribución de artículos y autores por año

Año	Artículos	Porcentaje	Personal	Porcentaje
1993	40	5%	59	8%
1994	58	7%	55	8%
1995	51	6%	66	9%
1996	74	9%	67	9%
1997	66	8%	68	9%
1998	86	11%	77	11%
1999	105	13%	82	11%
2000	104	13%	88	12%
2001	120	15%	85	12%
2002	87	11%	85	12%
	791	100%	732	100%

Tabla 2 : Distribución de artículos fuente por revistas

Revista	Frecuencia	Porcentaje
Astrophysical Journal	269	33.84%
Astronomy and Astrophysics	176	22.14%
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	115	14.47%
MNRAS	73	9.18%
Astronomical Journal	67	8.43%
Astronomy and Astrophysics Supplement	25	3.14%
Astrophysical Journal Supplement	15	1.89%
Astrophysics and Space Science	13	1.64%
PASP	9	1.13%
Nature	5	0.63%
Applied Optics	4	0.50%
Icarus	4	0.50%
Acta Astronomica	2	0.25%
Astrofizika	1	0.13%
Astron Nachr	1	0.13%
Astronomy Reports	1	0.13%
astrophysics and Space Science Supplement	1	0.13%
Information Bulletin Variable Stars	1	0.13%
JOSA	1	0.13%
QJRAS	1	0.13%
Revista Mexicana de Física	1	4.00%
Science	1	0.13%

Tabla 3 : Distribución de revista por concentración temática.

TITULO DE REVISTA	TEMAS DE MAYOR CONCENTRACION
Astronomy and Astrophysics	Materia Interestelar
	hidrodinámica
	estrellas
	ondas de choque
	galaxias
Astronomical Journal	estrellas
	galaxias
	Materia Interestelar
	magellanic clouds
	nebulosas planetarias
Astrophysical Journal	estrellas
	Materia Interestelar
	ondas de choque
	hidrodinámica
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	Materia Interestelar
	Ondas de choque
	galaxias
	estrellas
	materia oscura
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	Estrellas
	Materia Interestelar
	ondas de choque
	nebulosas planetarias
Astrophysical Journal Supplement	estrellas
	ondas de choque
	galaxias
	rayos-x
Astronomy and Astrophysics Suppl.	instrumentación
	estrellas
	fotométrica

Tabla 4 : Distribución de documentos fuentes por países.

País Editor	Frecuencia	Porcentaje
EUA	381	48.1%
Francia	202	25.5%
México	116	14.6%
Gran Bretaña	73	9.2%
Holanda	16	2.0%
Hungría	1	0.1%
Panamá	1	0.1%
Rusia	1	0.1%
S/Lugar-Edición	1	0.1%
	792	100.0%

Tabla 5 : Distribución del país de acuerdo con el primer autor referenciado.

País	Frecuencia	Porcentaje
México	395	49.9%
USA	123	15.5%
España	74	9.3%
Francia	40	5.1%
UK	34	4.3%
Italia	28	3.5%
Chile	18	2.3%
Alemania	15	1.9%
Canada	9	1.1%
Brasil	8	1.0%
Finlandia	5	0.6%
China	5	0.6%
Rusia	4	0.5%
Austria	4	0.5%
Bulgaria	3	0.4%
Polonia	3	0.4%
Ucrania	3	0.4%
Dinamarca	2	0.3%
Hungría	2	0.3%
India	2	0.3%
Portugal	2	0.3%
Puerto Rico	2	0.3%
Argelia	1	0.1%
Argentina	1	0.1%
Australia	1	0.1%
Corea	1	0.1%
Crimea	1	0.1%
Checoslovaquia	1	0.1%
Holanda	1	0.1%
Irlanda	1	0.1%
Latvia	1	0.1%
Suiza	1	0.1%
Venezuela	1	0.1%
Cuenta General	792	100.0%

Tabla 6 : Distribución de país de acuerdo con el segundo autor.

País	Frecuencia	Porcentaje
México	359	47.8%
USA	121	16.1%
España	69	9.2%
Francia	57	7.6%
UK	30	4.0%
Italia	26	3.5%
Alemania	24	3.2%
Chile	13	1.7%
Canada	11	1.5%
Finlandia	6	0.8%
Rusia	4	0.5%
Brasil	3	0.4%
Bulgaria	3	0.4%
Argelia	2	0.3%
Argentina	2	0.3%
Australia	2	0.3%
China	2	0.3%
India	2	0.3%
Puerto Rico	2	0.3%
Suiza	2	0.3%
Austria	1	0.1%
Bélgica	1	0.1%
Corea	1	0.1%
Crimea	1	0.1%
Dinamarca	1	0.1%
Holanda	1	0.1%
Hungría	1	0.1%
Paraguay	1	0.1%
Polonia	1	0.1%
Eslovenia	1	0.1%
Venezuela	1	0.1%
Cuenta General	751	100%

Tabla 7 : Distribución de referencias citadas por revistas fuente seleccionadas

Revistas	Frecuencia	Porcentaje
Astrophysical Journal	10278	38.95%
Astronomy and Astrophysics	4132	15.66%
MNRAS	2558	9.69%
Astronomical Journal	2006	7.60%
Astrophysical Journal Supplement	1211	4.59%
Astronomy and Astrophysics Supplement	936	3.55%
PASP	612	2.32%
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	578	2.19%
ARA AND A	415	1.57%
Nature	240	0.91%
in preparation	226	0.86%
Astrophysics and Space Science	183	0.69%
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Serie Conferencias	157	0.59%
Nat	110	0.42%
Preprint	97	0.37%
PASJ	86	0.33%
Icarus	83	0.31%
Applied Optics	80	0.30%
Acta Astronomica	69	0.26%
Information Bulletin Variable Stars	65	0.25%
IAUC	64	0.24%
BAAS	56	0.21%
Astrofísica	51	0.19%
Reporte Tecnico IA	51	0.19%
private communication	49	0.19%
Boletín del Observatorio de Tonantzintla y Tacubaya	47	0.18%
Physical Review Letter	47	0.18%
Space Science Review	47	0.18%
JOSA	46	0.17%
Science	44	0.17%
Soviet Astronomy	44	0.17%
Astronomy and Astrophysics Review	40	0.15%
Physics Review Sec. D	40	0.15%
Soviet Astronomy Letter	36	0.14%
Fundamental Cosmic Physics	30	0.11%
Review Modern Physics	29	0.11%
Progress Theor Phys	28	0.11%
Astrophysical Letters Communications	27	0.10%
Bull Astr Inst Netherlands	24	0.09%
Physical Report	24	0.09%
Australian J Phys	23	0.09%
Nucl Phys A	23	0.09%
QJRAS	23	0.09%
Journal of Fluid Mechanics	22	0.08%
New Astronomy	22	0.08%
Astron Tsirk	21	0.08%
Pis'ma Astron Zh	21	0.08%
Vistas in astronomy	21	0.08%
IBVS	20	0.08%
Revistas citadas 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,15,17,18,19 veces	1245	4.72%
Cuenta General	26387	100.0%

Tabla 8 : Distribución de artículos fuente y de referencias citadas por revistas

Revistas	Art. Fuente	Referencias	frecuencia
Acta Astronomica	1.67	4.24	19
Applied Optics	1.76	4.24	20
Astrofizika	1.06	0.42	12
Astron Nachr	1.15	3.81	13
Astronomical Journal	8.46	5.93	96
Astronomy and Astrophysics	19.38	8.47	220
Astronomy and Astrophysics Supplement	5.73	4.66	65
Astronomy Reports	0.7	1.69	8
Astrophysical Journal	16.65	9.32	189
Astrophysical Journal Supplement	4.23	5.93	48
Astrophysics and Space Science	1.59	4.24	18
astrophysics and Space Science Supplement	0.35	0.42	4
Icarus	1.76	3.39	20
Information Bulletin Variable Stars	0.62	5.51	7
JOSA	0.7	6.78	8
MNRAS	10.84	8.05	123
Nature	1.5	4.24	17
PASP	4.85	5.51	55
QJRAS	0.53	3.39	6
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	15.24	5.08	173
Revista Mexicana de Física	0.62	1.27	7
Science	0.62	3.39	7
Cuenta Ggeneral	100		1135

Tabla 9 : Distribución de documentos fuente de referencias citadas según fecha de publicación

Referencias			Documentos Fuente		
	frecuencia	%	Año de Pub	Frecuencia	%
2003-1994	11938	39.49	2002	87	10.94
1993-1984	12063	39.90	2001	122	15.35
1983-1974	4252	14.06	2000	103	12.96
1973-1964	1313	4.34	1999	105	13.21
1963-1954	383	1.27	1998	86	10.82
1953-1944	111	0.37	1997	66	8.30
1943-1934	54	0.18	1996	74	9.31
1933-1924	32	0.11	1995	51	6.42
1923-1914	15	0.05	1994	57	7.17
1913-1904	10	0.03	1993	41	5.16
1902-1742	22	0.07	s/f	3	0.38
sin fecha	40	0.13		795	100.00
	30233	100			

Tabla 10 : Ejemplo del calculo de la obsolescencia.

Brookes Año Edad Ref/año Refs/acuml U(t) PASP

	2000	0	4	554	1	Calculo del factor de envejecimiento por el método de la vida media (el no. De años para reducirse al 50%)		
	1999	1	22	550	0.99277978			
	1998	2	38	528	0.95306859			
	1997	3	29	490	0.88447653			
	1996	4	35	461	0.83212996	Interpolación		
	1995	5	37	426	0.76895307	% inicial	0.55054152	0.05054152
	1994	6	30	389	0.70216606	% final	0.49819495	0.05234657
	1993	7	32	359	0.64801444			
	1992	8	22	327	0.59025271			
edad inicial	1991	9	29	305	0.55054152	VM=9.96		
edad final	1990	10	31	276	0.49819495			
	1989	11	15	245	0.44223827			
	1988	12	26	230	0.41516245	Exponente	0.06955456	
	1987	13	26	204	0.36823105	Tasa de envejecimiento	0.93280924	93.2809237
	1986	14	14	178	0.32129964		93.28%	
	1985	15	15	164	0.29602888			
	1984	16	15	149	0.26895307			
	1983	17	19	134	0.24187726	Índice de price cuantas ref. tienen menos de 5 años de edad		
	1982	18	12	115	0.20758123	Se suman las referencias de 0 a 4 años =128 y se dividen entre el		
	1981	19	8	103	0.18592058	total de referencias acumuladas		
	1980	20	13	95	0.17148014		4	
	1979	21	9	82	0.14801444		22	
	1978	22	7	73	0.13176895		38	
	1977	23	8	66	0.11913357		29	
	1976	24	6	58	0.10469314		35	
	1975	25	10	52	0.09386282		128	0.23104693
	1974	26	3	42	0.07581227			23.1046931
	1973	27	4	39	0.07039711			
	1972	28	6	35	0.0631769	IP 23.10		
	1971	29	3	29	0.05234657			
	1970	30	2	26	0.04693141			
	1969	31	4	24	0.0433213	Indice de Price		
	1967	32	1	20	0.03610108	Refs<5años	Refs 5años	
	1966	33	4	19	0.03429603	426	128	554
	1965	34	1	15	0.02707581	76.8953069	23.1046931	100
	1963	35	1	14	0.02527076	Operativas	Archivo	Total
	1962	36	1	13	0.0234657			
	1959	37	1	12	0.02166065			
	1956	38	2	11	0.0198556			
	1955	39	2	9	0.01624549			
	1953	40	1	7	0.01263538			
	1950	41	2	6	0.01083032			
	1939	42	2	4	0.00722022			
	1919	43	2	2	0.00361011			
	general		554	0	0			

Tabla 11 : Distribución de revistas citantes de acuerdo con el SCI.

Revistas	Frecuencia	Porcentaje
----------	------------	------------

ASTROPHYSICAL JOURNAL	3804	34.16%
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2233	20.05%
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1297	11.65%
ASTRONOMICAL JOURNAL	939	8.43%
ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE	386	3.47%
REVISTA MEXICANA DE ASTRONOMIA Y ASTROFISICA	303	2.72%
ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES	245	2.20%
PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC	231	2.07%
ANNUAL REVIEW OF ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS	179	1.61%
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS SUPPLEMENT SERIES	151	1.36%
PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN	66	0.59%
PHYSICAL REVIEW D	56	0.50%
NATURE	49	0.44%
ASTRONOMY REPORTS	46	0.41%
NEW ASTRONOMY REVIEWS	45	0.40%
SCIENCE	44	0.40%
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS	37	0.33%
SPACE SCIENCE REVIEWS	34	0.31%
NEW ASTRONOMY	32	0.29%
NUCLEAR PHYSICS B-PROCEEDINGS SUPPLEMENTS	31	0.28%
PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF AUSTRALIA	27	0.24%
PHYSICS REPORTS-REVIEW SECTION OF PHYSICS LETTERS	26	0.23%
REVIEWS OF MODERN PHYSICS	25	0.22%
ASTROPHYSICAL LETTERS & COMMUNICATIONS	23	0.21%
CHINESE JOURNAL OF ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS	22	0.20%
PLANETARY AND SPACE SCIENCE	21	0.19%
ASTROCHEMISTRY: FROM MOLECULAR CLOUDS TO PLANETARY SYSTEMS	20	0.18%
PHYSICAL REVIEW LETTERS	20	0.18%
PHYSICS OF PLASMAS	18	0.16%
APPLIED OPTICS	17	0.15%
CHINESE ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS	16	0.14%
ICARUS	16	0.14%
PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES A-MATHEMATICAL PHYSICAL AND ENGINEERING SCIENCES	16	0.14%
ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN	13	0.12%
ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS REVIEW	11	0.10%
PHYSICS LETTERS B	11	0.10%
NUCLEAR PHYSICS A	10	0.09%
ASTROPHYSICS	9	0.08%
PHYSICAL REVIEW E	9	0.08%
JOURNAL OF PHYSICS G-NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS	8	0.07%
PHYSICA SCRIPTA	8	0.07%
REPORTS ON PROGRESS IN PHYSICS	8	0.07%
REVISTA MEXICANA DE FISICA	8	0.07%
ACTA ASTRONOMICA	7	0.06%
BALTIC ASTRONOMY	7	0.06%
HIGHLIGHTS OF ASTRONOMY, VOL 12	7	0.06%
INTERNATIONAL JOURNAL OF MODERN PHYSICS D	7	0.06%
Revistas citadas 1,2,3,4,5,6 veces	538	4.83%
Cuenta General	11136	100.00%