

# DINÁMICA DE LA LITERATURA CITADA EN LA FÍSICA MEXICANA EN EL PERÍODO DE MAYOR CRECIMIENTO

Francisco Collazo-Reyes\*

**Resumen:** Se realizó un análisis de las categorías temáticas de las referencias reportadas en la literatura científica de la física mexicana en el periodo de 1990-1999, con el fin de determinar las líneas temáticas de influencia del área en su momento de mayor crecimiento. Se utilizaron dos módulos: uno de referencias y otro de categorías temáticas JCR, y el sistema de clasificación PACS. Se encontraron dos situaciones distintas: por un lado, en términos cuantitativos un patrón de influencias claramente endógeno, fuertemente dependiente de la literatura central del área y, por otro lado, de acuerdo a la diversidad de áreas temáticas, un patrón de influencias naciente para la década de los años 90.

**Palabras clave:** Física, México, análisis de citas, influencias temáticas, bibliometría.

**Abstract:** An analysis of the thematic categories of the reported references in the scientific literature of the Mexican physics in the period 1990-1999 was made, with the purpose of determining the thematic lines of influence of the area at the moment of its greatest growth. Two modules were used: one of references and another of JCR thematic categories and the PACS classification system. Two different situations were found: on the one hand, in quantitative terms a clearly endogenous pattern of influences, strongly dependent on central literature of the area and, on the other hand, according to the diversity of thematic areas, a rising pattern of influences for the decade of the nineties.

**Keywords:** Physics, Mexico, citation analysis, thematic influences, bibliometrics.

## 1 Introducción

El estudio bibliométrico de la literatura nos permite seguir el proceso de evolución de las disciplinas científicas (1) y la identificación de sus diferentes estados de desarrollo nos ayuda a caracterizar las dinámicas particulares de sus fases de crecimiento (2). Las etapas de mayor crecimiento de la literatura están asociadas más claramente con dinámicas de dispersión e inlfujos de la información y las ideas (3), con efectos de expansión epidémica (4, 5) y de fertilización temática, que han dado lugar a nuevas disciplinas de cruce temático o de orígenes temáticos multidisciplinarios.

---

\* Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Biblioteca de Ciencias Exactas. México. Correo-e: franc@csb.cinvestav.mx.

Este esquema de evolución ha venido ganando aceptación entre las disciplinas científicas, incluyendo las ciencias físicas, en las que se ha ponderado la importancia de su rol en la interacción con otras disciplinas, identificando las principales áreas y formas de fertilización (6), así como el espectro de influencias que ha recibido el desarrollo de sus principales teorías e ideas (7).

Las referencias bibliográficas representan rutas e hilos que conducen a las fuentes de las ideas contenidas en los trabajos y el análisis de las referencias efectuadas a trabajos anteriores que reflejan los rasgos característicos del interés de la comunidad (8). Generalmente estos estudios se apoyan en la organización temática de las referencias.

Con base en un análisis de referencias, se identifica y se analiza la composición temática de las influencias recibidas por la literatura científica de la física mexicana (FM) en el momento de mayor crecimiento de su proceso de maduración y arraigo a las circunstancias locales, basado en una importante secuenciación de esfuerzos generacionales de cinco décadas previos a esta etapa de crecimientos acumulados y de tendencia exponencial. Ello tanto en los aspectos referentes a los insumos como a los productos que han posicionado a la física como la disciplina más productiva de la comunidad científica mexicana, en términos de literatura científica publicada en revistas incluidas en el Science Citation Index (SCI).

Este crecimiento se encuentra monitoreado regularmente a través de diferentes aspectos, metodologías y niveles de estratificación; por ejemplo: 1) por áreas temáticas y para propósitos de desarrollo de política científica y tecnológica, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (9) (CONACYT 2000), desarrolla indicadores de insumos, recursos humanos, producción e impacto científicos; 2) por programas de investigación y docencia, para evaluar la evolución de la matrícula, eficiencia terminal, plantillas académicas (edades, perfiles, roles), producción científica y fuentes de publicación, desarrollados por Pérez Angón y Torres Vega, (10, 11, 12, 13), apoyados en los repertorios de información anual (Catálogos de Programas y Recursos Humanos en Física) (14) elaborados por la Sociedad Mexicana de Física (SMF); y 3) por instituciones de filiación de los autores, como parte de un sistema de información local sobre la literatura científica desarrollado en la Biblioteca de Ciencias Exactas (BCE) del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), para propósitos de investigación bibliométrica-cienciométrica que nos ha permitido identificar el perfil bibliométrico de la disciplina referente a los aspectos de la dinámica, patrones de crecimiento y correlación entre los recursos humanos, la producción científica (15), el impacto (16) y la colaboración científica (17), tanto en forma global como a nivel de las aportaciones específicas de cada una de las instituciones.

Esta investigación es parte de los trabajos desarrollados en la BCE y está apoyada, por un lado, en la base de datos local de la FM y dos nuevos módulos: uno que incluye las referencias hechas en el cuerpo de la literatura científica de la FM y otro que contiene las categorías temáticas (Journal Citation Reports) correspondientes y, por otro lado, en los esquemas de clasificación (PACS), que permitieron organizar las categorías temáticas por niveles de pertenencia a la literatura central de física y astronomía.

La dinámica de la literatura científica está representada por la estratificación de las áreas temáticas de influencia por grados de pertenencia o alejamiento al área analizada, por niveles cuantitativos de preferencias, por dinámicas de crecimiento, identificación de temáticas nuevas y en desuso, así como por la ponderación de cambios en las preferencias.

## 2 Materiales y métodos

### *Fuentes de información:*

- Base de datos local sobre la física mexicana. Biblioteca de Ciencias Exactas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del –IPN (CINVESTAV).
- Journal Citation Reports (JCR), 2000 (18).
- Physics and Astronomy Classification Scheme (PACS), 2000.
- Science Citation Index, en línea (Web of science).

### Metodología

Se identificaron en el SCI las referencias de los trabajos correspondientes a la física mexicana existentes en la base de datos local y se organizaron en un módulo de referencias. Se asignaron categorías temáticas JCR a las referencias y se organizaron en una tabla relacional.

Las referencias fueron organizadas en los dos arreglos temáticos siguientes: 1) de acuerdo a las categorías temáticas JCR; y 2) reagrupadas en áreas generales de acuerdo al esquema de clasificación PACS.

### Tratamiento estadístico

Se compararon las dinámicas de crecimiento de la producción científica y las referencias en base al modelo de regresión lineal y al uso de medidas de tendencia central como datos divisores base de las series de ambas variables.

## 3 Resultados

En total se encontraron 102.343 referencias hechas en 7.310 trabajos, con un promedio general de 14 referencias por trabajo y un incremento de 10,8 en 1990 a 16,5 en 1999.

El 89% (91.589) de estas referencias se refieren a artículos publicados en revistas y el 11% (10.754) restante a trabajos aún no publicados comercialmente como son: tesis, reportes técnicos, notas, preprints, eprints, en prensa, enviados a publicación, aceptados para publicación y trabajos presentados en congresos, conferencias, talleres, escuelas y seminarios.

Las referencias están dispersas en varios cientos de fuentes distintas pero con diferentes niveles de preferencia entre éstas, como se puede apreciar en la tabla I, que incluye las fuentes de mayor influencia en el área.

La tabla I muestra los 50 títulos de revistas científicas más citadas en la literatura de la física mexicana en el periodo de 1990 a 1999, organizadas de mayor a menor número de referencias con su categoría JCR correspondiente. El 82% (41) de estos títulos pertenecen a las áreas propias del estudio y el 18% restante a las categorías de química, electroquímica y ciencias multidisciplinares. En la mayoría de los casos

**Tabla I**  
**Fuentes de mayor influencia referidas en la literatura de la física mexicana**

Núm.	Fuentes	JCR*	Refs.	Núm.	Fuentes	JCR*	Refs.
1	ASTROPHYS J	1	5648	26	PHYS LETT A	2	457
2	PHYS REV LETT	2	3019	27	SCIENCE	8	449
3	PHYS REV B	3	2867	28	J CATAL	10	442
4	ASTRON ASTROPHYS	1	2419	29	SURF SCI	10	422
5	PHYS REV D	4	1869	30	SOLID STATE COMMU	3	405
6	J CHEM PHYS	5	1843	31	MOL PHYS	5	384
7	PHYS LETT B	2	1603	32	P ASTRON SOC PAC2	1	379
8	M NOT R ASTRON S	1	1509	33	REV MEX FIS	2	379
9	PHYS REV A	5	1308	34	PHYS REV E	9	369
10	J APPL PHYS	6	1171	35	IAU SYMP2	1	362
11	ASTRON J	1	1168	36	THIN SOLID FILMS	6	357
12	PHYS REV	2	916	37	REV MEX AST ASTR	1	326
13	APPL PHYS LETT	6	905	38	J ELECTROCHEM SOC	13	314
14	NUCL PHYS B	4, 7	814	39	OPT COMMUN	12	297
15	NATURE	8	759	40	C QUANT GRAV	2	282
16	J MATH PHYS	9	680	41	AM J PHYS	2	280
17	PHYS REV C	7	572	42	REV MOD PHYS	2	266
18	ASTRON ASTRO SUP	1	558	43	NUCL INS METH B	7	264
19	ASTROPHYS J SUPPL S	1	557	44	OPT LETT	12	258
20	J PHYS CHEM US	10	555	45	PHYSICA C	6	256
21	J AM CHEM SOC	11	501	46	PHYS REP	2	249
22	J PHYS A	2	501	47	PHYSICA A	2	244
23	NUCL PHYS A	7	487	48	P NATL ACAD SCI USA	8	232
24	APPL OPTICS	12	468	49	J VAC SCI TECHNOL A	6	228
25	CHEM PHYS LETT	5	462	50	P ROY SOC LOND A3	8	225

\*No. \*Categorías JCR

1	Astronomy & Astrophysics	8	Multidisciplinary Sciences
2	Physics	9	Physics, Mathematical
3	Physics Condensed Matter	10	Chemistry, Physical
4	Physics, Particles & Fields	11	Chemistry
5	Physics, Atomic, Molecular & Chemical	12	Optics
6	Physics, Applied	13	Electrochemistry
7	Physics, Nuclear		

se trata de los títulos más representativos en sus categorías. Por ejemplo, los títulos *Astrophys J*, *Astron Astrophys*, *Mon Not R Astron Soc*, *Astron J* y *Astrophys J Sup*, se encuentran entre los 10 primeros lugares de la categoría de Astronomy & Astrophysics en JCR; asimismo los títulos *Phys Rev Lett*, *Phys Rev B*, *Phys Rev D*, *J Chem Phys*, *Phys Lett B*, *Phys Rev A* y *J Appl Phys*, ubicados entre los 10 primeros lugares de la tabla I, representan los títulos de corriente principal en las ciencias físicas: general, de materia condensada, de partículas y campos, atómica-molecular-química y aplicada. Algo similar ocurre con los títulos *Nature*, *Science*, *P Natl Acad Sci* y *P Royal Soc London A*, considerados los más prestigiados en las ciencias naturales y exactas y rankeados, de acuerdo a su factor de impacto JCR-2000, en los lugares 1, 2, 3 y 7, respectivamente, en la categoría de Multidisciplinary Sciences.

Excepto los títulos de *P Astron Soc Pac* e *IAU Symp*, correspondientes al área de astronomía, el resto son considerados por el SCI, incluyendo los títulos *Rev Mex Fis* y *Rev Mex Ast Astr* que son las revistas nacionales más importantes de la comunidad en física mexicana.

La posición que ocupan los títulos *J Am Chem Soc*, *Chem Phys Lett*, *J Catal* y *J Electrochem Soc*, correspondientes a categorías del área de química general y electroquímica, reflejan que la relación o la influencia exógena más fuerte de la comunidad física mexicana la reciben de estas áreas y representan importantes áreas de cruces temáticos con las ciencias físicas.

Las referencias fueron clasificadas de acuerdo al JCR en 119 categorías diferentes organizadas de mayor a menor número de referencias recibidas en la tabla II. Esta tabla muestra, por un lado, una alta concentración del 90 % de las referencias en las categorías tradicionales de la física y astronomía y, por otro lado, una diversificación del doble de las categorías con respecto a las aparecidas en el primer año del estudio.

Las 59 nuevas categorías, marcadas en la tabla II con el número dos, aparecidas a lo largo del periodo estudiado, presentan una alta concentración del 75 % en un periodo corto de 4 años: 1993 a 1996.

En términos cuantitativos la influencia de las nuevas categorías temáticas representa un 10% del total de las referencias, lo que parece todavía una aportación modesta, pero en términos de la diversificación temática provocada representan una situación novedosa en el área atribuible a las circunstancias de la dinámica de crecimiento de la física mexicana en la década de los años 90.

La mayoría de las nuevas categorías presentan una situación intermitente a lo largo del periodo y poco predecible en cuanto al número de citas entre un año y otro. Las categorías que más se incorporan corresponden a las áreas de biología molecular, biomedicina y medicina general.

La tabla III agrupa las categorías JCR de acuerdo a su correspondencia con las clasificaciones temáticas del PACS, resultando tres conjuntos: el primero que incluye las referencias a la literatura central del área, y que se refiere a las categorías que coinciden con alguna clasificación de las 9 áreas del PACS, consideradas como principales: General (00), Physics of Elementary Particles and Fields (10), Nuclear Physics (29), Atomic and Molecular Physics (30), Electromagnetism, Optics, Acoustic, Heat Transfer, Classical Mechanics and Fluid Dynamics (49), Physics of Gases, Plasmas and Electric Discharges (50), Condensed Matter: Structure, Mechanical and Thermal Properties (60), Condensed Matter: Electronic Structure, Electrical Magnetic and Optical Properties (70) y Geophysics, Astronomy and Astrophysics (90). El segundo se refiere a las categorías que en este caso son consideradas como interdisciplinarias o relacionadas con la física, agrupadas en la categoría 80 como Interdisciplinary Physics and Related Areas of Science and Technology.

El tercero denominado periféricas se refiere a las categorías que no cuentan con una clasificación específica dentro del PACS y que tampoco se encuentran dadas de alta en el índice temático.

Las categorías agrupadas como literatura central recibieron el 75,8% de las referencias, las interdisciplinarias el 20% y las periféricas el 5% restante.

**Tabla II**  
**Lista de categorías temáticas JCR y número de referencias**

<i>Categoría</i>	<i>Refs.</i>	<i>Categoría</i>	<i>Refs.</i>	<i>Categoría</i>	<i>Refs.</i>
Astronomy & Astrophysics <sup>1</sup>	18.714	Geochemistry & Geophysics <sup>2</sup>	412	Water Resources <sup>1</sup>	92
Physics <sup>1</sup>	18.672	Fisheries <sup>1</sup>	412	Computer Sci, Artificial Intellig <sup>2</sup>	89
Physics, Condensed Matter <sup>1</sup>	8.597	Thermodynamics <sup>1</sup>	397	Immunology <sup>2</sup>	89
Chemistry, Physical <sup>1</sup>	6.091	Radiol, Nucl Med & Med Imag <sup>2</sup>	395	Dentistry, Oral Surgery & Med <sup>2</sup>	89
Physics, Applied <sup>1</sup>	6.017	Multidisciplinary Science <sup>1</sup>	387	Engineering, Civil <sup>1</sup>	87
Materials Science <sup>1</sup>	4.553	Cell Biology <sup>1</sup>	385	Forestry <sup>2</sup>	85
Physics, Particles & Fields <sup>1</sup>	3.939	Engineering <sup>1</sup>	362	Pathology <sup>2</sup>	77
Physics, Mathematical <sup>1</sup>	3.827	Biotechnol & Applied Microb <sup>2</sup>	331	Medicine, General & Internal <sup>2</sup>	68
Physics, Atomic, Mole & Chem <sup>1</sup>	3.827	Biophysics <sup>1</sup>	330	Engineering, Petroleum <sup>2</sup>	66
Physics, Nuclear <sup>1</sup>	3.636	Chemistry, Applied <sup>2</sup>	329	Construction & Building Technol <sup>2</sup>	64
Optics <sup>1</sup>	2.607	Zoology <sup>2</sup>	303	Pharmacology & Pharmacy <sup>2</sup>	60
Physics, Fluids & Plasmas <sup>1</sup>	2.154	Mathematics, Applied <sup>1</sup>	291	Computer Sci, Theor & Meth <sup>2</sup>	59
Nuclear Science & Technology <sup>1</sup>	1.621	Neurosciences <sup>2</sup>	289	Entomology <sup>2</sup>	58
Chemistry <sup>1</sup>	1.425	Engineering, Mechanical <sup>1</sup>	282	Biochemical Research Methods <sup>2</sup>	51
Mechanics <sup>1</sup>	1.302	Mathematics <sup>1</sup>	281	Public, Env & Occupat Health <sup>2</sup>	49
Chemistry, Inorganic & Nuclear <sup>1</sup>	1.291	Robotics & Automated Control <sup>1</sup>	276	Rheumatology <sup>2</sup>	47
Engineering, Chemical <sup>1</sup>	1.261	Parasitology <sup>2</sup>	240	Materials Science, Biomaterials <sup>2</sup>	47
Polymer Science <sup>1</sup>	1.255	Computer Sci, Interdiscipl Appl <sup>1</sup>	229	Physiology <sup>2</sup>	45
Marine & Freshwater Biology <sup>1</sup>	1.193	Aerospace Eng & Technol <sup>2</sup>	211	Transplantation <sup>2</sup>	44
Environmental Sciences <sup>1</sup>	1.151	Engineering, Biomedical <sup>2</sup>	208	Rheumatology <sup>2</sup>	43
Materials Sci, Coatings & Films <sup>1</sup>	1.145	Microscopy <sup>1</sup>	190	Engineering, Marine <sup>1</sup>	43
Engineering, Electrical & Electr <sup>1</sup>	1.127	Food Science & Technology <sup>2</sup>	189	Education, Scientific Disciplines <sup>1</sup>	39
Biology <sup>1</sup>	946	Respiratory System <sup>2</sup>	182	Oncology <sup>2</sup>	38
Energy & Fuels <sup>1</sup>	902	Chemistry, Organic <sup>2</sup>	173	Agriculture, Soil Science <sup>2</sup>	37
Biochemistry & Molr Biology <sup>1</sup>	883	Developmental Biology <sup>1</sup>	172	Emergency Med & Critical Care <sup>2</sup>	35
Metallurgy & Metallurgical Eng <sup>1</sup>	760	Biology, Miscellaneous <sup>2</sup>	170	Tropical Medicine <sup>1</sup>	34
Geosciences, Interdisciplinary <sup>1</sup>	639	Engineering, Environmental <sup>2</sup>	164	Cardiac & Cardiovasc Systems <sup>1</sup>	30
Ecology <sup>1</sup>	619	Mineralogy <sup>2</sup>	155	Infectious Disease <sup>2</sup>	29
Chemistry, Analytical <sup>1</sup>	554	Mathematics, Miscellaneous <sup>2</sup>	153	Endocrinology & Metabolism <sup>2</sup>	27
Plant Sciences <sup>1</sup>	547	Mining & Mineral Processing <sup>1</sup>	150	Reproductive Biology <sup>2</sup>	26
Meteorology & Atmospheric Sci <sup>2</sup>	523	Medicine, Research & Exp <sup>2</sup>	137	Urology & Nephrology <sup>2</sup>	25
Genetics & Heredity <sup>2</sup>	509	Microbiology <sup>2</sup>	136	Telecommunications <sup>2</sup>	21
Oceanography <sup>2</sup>	509	Medical Informatics <sup>2</sup>	128	Behavioral Sciences <sup>2</sup>	19
Crystallography <sup>1</sup>	479	Geology <sup>1</sup>	121	Materials Sci, Paper & Wood <sup>2</sup>	19
Materials Science, Ceramics <sup>1</sup>	470	Toxicology <sup>2</sup>	116	Horticulture <sup>2</sup>	14
Spectroscopy <sup>1</sup>	442	Acoustics <sup>1</sup>	114	Statistics & Probability <sup>2</sup>	13
Paleontology <sup>2</sup>	435	Mycology <sup>2</sup>	100	Medical Laboratory Technology <sup>2</sup>	11
Instruments & Instrumentation <sup>1</sup>	426	Limnology <sup>1</sup>	98	Remote Sensing <sup>2</sup>	10
Electrochemistry <sup>1</sup>	413	Materials Science, Composites <sup>2</sup>	93	Materials Sci, Character & Test <sup>2</sup>	10
		Agriculture <sup>2</sup>	92	Computer Sci, Hard & Architect <sup>2</sup>	8

<sup>1</sup> Corresponden a las categorías citadas en el primer año del estudio: 1990.

<sup>2</sup> Corresponden a las áreas citadas por primera vez en el periodo de 1993 a 1999.

**Tabla III**  
**Correspondencia entre las clasificaciones PACS y las categorías JCR**

<i>Literatura central</i>		<i>Interdisciplinarias</i>		<i>Periféricas</i>
Clasific. PACS	Categorías JCR	Clasific. PACS	Categorías JCR	Categorías JCR
43	Acoustics	87.65y	Aerospace Engineering & Technology	Agriculture & Soil Sciences
95	Astronomy & Astrophysics	87.15R 82.80d	Biochemistry & Mol. Biol. Biophysics	Behavioral Sciences
92	Atmospheric & Meteorology Sciences	87.16b	Cell Biology	Biotechnology & Applied Microbiology
07.05Bx	Computer Science. Hardware & Architecture	89.80	Computer Sciences; Theory Methods	Construction & Build. Technology
61	Crystallography	82 82.80d 82.55	Chemistry: Physics Analytical Inorganic & Nuclear	Chemistry: Applied Medicinal Organic
1.4	Education, Scientific Disciplines	80	Dentistry	Biology: Development Reproductive
07.10h 91.65n	Engineering Mechanical Petroleum	87.23n	Ecology & Environmental Sciences	Endocrinology & Metabolism
91.65	Geosciences, Geochemistry	82.35Tv	Electrochemistry	Engineering Civil
07.07a	Instruments & Instrumentation	84.60h	Energy Fuels	Food Sciences Technology
92.40Ni 92.20	Limnology Marine, Oceanography & Water Research	87.80 81 89.60	Engineering: Biomedical Chemical Electric Environmental	Forestry
02	Mathematics Applied	87.14 81.05Je 81.15 81.20 81.70 81.05Lg	Material Sciences: Biomaterials Ceramics Coatings & Films Composites Characterizat. & Testing Paper & Wood	Genetics & Heredity
91.65n	Mineralogy	87.19 87 87.16b 87.19x 89.60x 89.50r 87.50a 87.58b	Medicine: Cardiac & Cardio. System Laboratory Technology General & Internal Infectious Diseases Public Environmental Occupational Health Radiology Nuclear Medicine	Horticulture

**Tabla III (continuación)**  
**Correspondencia entre las clasificaciones PACS y las categorías JCR**

<i>Literatura central</i>		<i>Interdisciplinarias</i>		<i>Periféricas</i>
Clasific. PACS	Categorías JCR	Clasific. PACS	Categorías JCR	Categorías JCR
41	Optics	81	Metallurgy & Metallurgical Engineering	Immunology
40 30 60 50 47.10g 20 10 20	Physics: Applied Atomic-Molecular-Chem Condensed Matter Fluids & Plasmas Mathematical Nuclear Particles & Fields Nuclear Sciences	87.64t	Microscopy	Medicine Research Experimental Tropical Respiratory System Pathology Rheumatology Urology & Nephrology Transplantation
82.35x	Polymer Sciences	80	Multidisciplinary Sciences	Mycology
07.07Df	Remote Sensing	87.15v	Physiology & Neurosc.	Oncology
45.40In	Robot & Automat. Control	80	Paleontology	Parasitology
29.30h	Spectroscopy			Pathology
05.70a	Thermodynamics			Pharmacol & Pharmacy, Toxicology
				Plant Sciences
				Zoology

Nota: Clasificaciones PACS.

**Literatura central**

- 00 Physics
  - 01.04 Education
  - 02 Mathematical Methods in Physics
  - 05.70a Thermodynamics
  - 07 Instruments, Apparatus, Components, and Techniques
  - 07.05Bx Computer systems: Hardware, operating systems
  - 07.05Mh Neural Networks, Fuzzy Logic, Artificial Intelligence
  - 07.07a General equipment
  - 07.07Df Sensors (Chemical, Optical, Electrical) Remote Sensing
  - 07.10h Mechanical Instruments, Equipment and Techniques
- 10 Physics of Elementary Particles and Fields
- 20 Physics, Nuclear
  - 29.30h Spectrometers and Spectroscopic Techniques
- 30 Physics, Atomic and Molecular
- 40 Physics of Electromagnetism, Optics, Acoustics, Heat Transfer, Classical Mechanics and Fluid Dynamics
  - 41 Electromagnetism; electron and ion optics
  - 43 Acoustics
  - l43.64Gz Biochemistry and pharmacology of the auditory system
  - 45.40 Robotics
  - 47.17 Mechanical Properties of Fluids
- 50 Physics of Gases, Plasmas and Electric Discharges
- 60 Physics of Condensed Matter: Structure, Mechanical and Thermal Properties
- 61 Structure of Solids and Liquids: Crystallography



- 61.66Fn Inorganic Compounds
- 70 Physics of Condensed matter: Electronic Structure, electrical, Magnetic and Optical Properties
- 90 Geophysics, Astronomy and Astrophysics
  - 91.65n Geophysical aspects of geology, mineralogy, and petrology
  - 92.40Ni Limnology
  - 92.20h Interdisciplinary aspects of oceanography
- 95 Fundamental Astronomy and Astrophysics

### Interdisciplinarias

- 80. Interdisciplinary Physics and Related Areas of Science and Technology
  - 80 Materials Science
    - 81.05Je Ceramics and Refractories
    - 81.05lg Polymers and Plastics; rubber; synthetic and natural fibers
    - 81.15 Methods of Deposition of Films and Coatings
    - 81.20 Methods of Materials Synthesis and Materials Processing
    - 81.40 Treatment of Materials and its Effects on Microstructure and Properties
    - 81.70 Methods of Materials Testing and Analysis
  - 82 Physical Chemistry
    - 82.35x Polymers: properties, reactions; reactions and polymerization
    - 82.45Tv Bioelectrochemistry
    - 82.55 Nuclear Chemistry
    - 82.80d Chemical analysis and related physical methods of analysis
    - 84.60h Direct energy conversion and storage
  - 87 Biological and Medical Physics
    - 87.14 Biological Materials
      - 87.10e General theory and mathematical aspects
    - 87.15R Biochemistry
      - 87.15v Biomolecules: Structure and Physical Properties
    - 87.16b Subcellular structure and processes
    - 87.19 Cardiac Dynamics
      - 87.19x Diseases
    - 87.23n Ecology and Evolution
    - 89.50r Urban Planning and Development
      - 87.50a Effects of Radiation and external Fields on Biomolecules, Cells...
    - 87.58b Nuclear Medicine Imaging. Dosimetry, Labeling, Metabolic Studies
    - 87.60x Environmental and Ecological Studies
      - 87.64t Spectroscopy and microscopic techniques
    - 87.65y Aerospace bio- and medical physics (effects of acceleration, weightlessness, and space environment)
      - 87.80 Biological Techniques and Instrumentation; Biomedical engineering
      - 89.80 Computers Science and Technology

### Periféricas

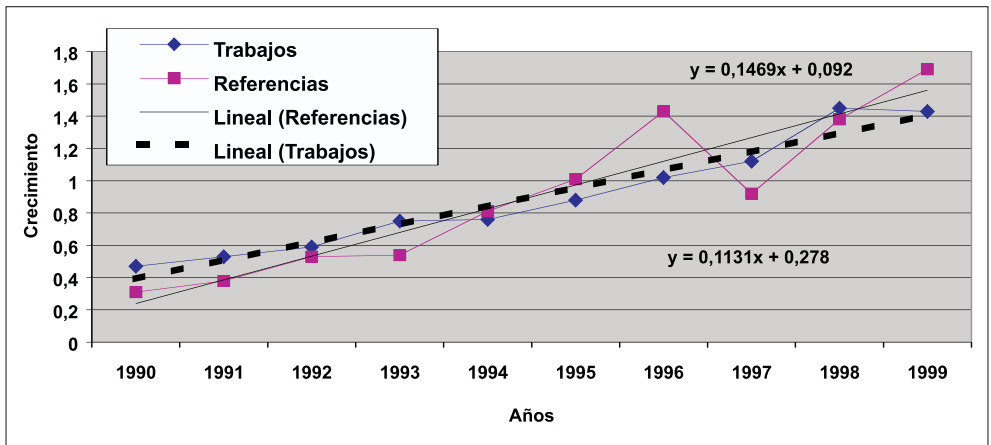
Sin clasificación PACS

## Crecimiento de la literatura citada

La figura 1 muestra que la dinámica de crecimiento de las referencias alcanzó y rebasó a la correspondiente a la literatura científica en el periodo analizado, como se puede observar en el cruce de las pendientes resultantes del ajuste lineal de ambas variables y los valores de las pendientes de 0,1469 para el primer caso y de 0,1131 para el segundo.

Este incremento en la dinámica de las referencias refleja el crecimiento en los promedios de referencias por trabajo de 10,84 a 16,55 entre el primero y el último año del periodo analizado.

Figura 1  
Física mexicana



La escala de valores del eje «y» representa la dinámica de crecimiento resultante de utilizar el promedio aritmético de ambas variables (trabajos y referencias) como dato divisor base para cada uno de los valores de las 10 series en cada caso.

Con base en esta dinámica general de crecimiento de las referencias, se comparó la dinámica de cada una de las categorías, resultando siete grupos de categorías con dinámicas distintas organizadas en la tabla IV en tres diferentes grupos: con crecimiento, impredecibles e intermitentes.

El primer grupo de la tabla IV incluye las categorías con crecimiento en tres modalidades distintas: 1) se refiere a las categorías con crecimiento mayor al de la dinámica general, mostrada en la figura I, 2) incluye las categorías con crecimientos exponenciales pero con dinámicas menores a la general, 3) se refiere a las categorías con crecimientos mínimos a lo largo de la década.

El segundo grupo de la misma tabla incluye las categorías con comportamientos difíciles de predecir entre un año y otro, divididas en dos subgrupos: 4) las que manifestaron crecimientos y decrecimientos a lo largo del periodo y 5) las que mostraron tendencias de tipo decreciente.

El tercer grupo se refiere a las categorías con las dinámicas más inconsistentes y con apariciones intermitentes a lo largo del periodo: 6) incluye las categorías que tuvieron más de una aparición en la década y 7) las que aparecieron solo una vez.

Las categorías consideradas como parte de la literatura central del área se encuentran en el grupo con dinámicas de crecimiento y las periféricas o de más reciente aparición entre las de comportamiento intermitente. Sin embargo, el grupo con mayor dinámica de crecimiento está integrado principalmente por categorías consideradas como interdisciplinarias como son: Chemistry-Physics, Crystallography, Energy and Fuels, Materials Sciences, Environmental Sciences, Engineering, Metallurgy y Radiology-Nuclear Medicine, complementado con algunas categorías de física. En este grupo no aparecen las áreas de Astronomía y Astrofísica, que son las de mayor influencia.

**Tabla IV**  
**Categorías JCR agrupadas de acuerdo a su dinámica de crecimiento**

<i>Con crecimiento</i>	<i>Impredecibles</i>	<i>Intermitentes</i>
<p><b>1 de mayor dinámica</b>            Chemistry, Physical            Crystallography            Energy &amp; Fuels            Engineering            Engineering, Electrical &amp; Electronic            Environmental Sciences            Materials Science            Materials Science, Ceramics            Materials Science, Coatings &amp; Films            Metallurgy &amp; Metallurgical Eng.            Nuclear Science &amp; Technology            Optics            Physics            Physics, Condensed Matter            Physics, Fluids &amp; Plasmas            Physics, Nuclear            Physics, Particles &amp; Fields            Radiology, Nuclear Medicine            Robotics &amp; Automated Control</p> <p><b>2 de tendencia exponencial</b>            Astronomy &amp; Astrophysics            Biochemistry &amp; Molecular Biology            Chemistry, Inorganic &amp; Nuclear            Mathematics, Applied            Mechanics            Oceanography            Paleontology            Physics, Mathematical            Physics, Applied</p> <p><b>3 discretos</b>            Acoustics            Aerospace Engineering &amp; Technol            Biology, Miscellaneous            Biotechnology &amp; Applied Microbiol.            Chemistry, Applied            Chemistry, Organic            Computer Science, Interdisc Appl.            Engineering, Chemical            Engineering, Environmental            Food Science &amp; Technology            Geochemistry &amp; Geophysics            Marine &amp; Freshwater Biology            Mathematics            Mathematics, Miscellaneous            Mineralogy            Mining &amp; Mineral Processing            Multidisciplinary Science            Physics, Atomic, Mol &amp; Chem.            Polymer Science            Respiratory System            Robotics &amp; Automated Control            Spectroscopy            Thermodynamics</p>	<p><b>4 incrementos y decrementos</b>            Biology            Chemistry, Analytical            Ecology            Electrochemistry            Engineering, Biomedical            Engineering, Chemical            Engineering, Mechanical            Fisheries            Genetics &amp; Heredity            Geosciences, Interdisciplinary            Instruments &amp; Instrumentation            Meteorology &amp; Atmospheric Sci.            Microbiology            Parasitology            Plant Sciences            Polymer Science</p> <p><b>5 con tendencia a decrecer</b>            Biophysics            Cell Biology            Construction &amp; Build Technol            Geosciences, Interdisciplinary            Medical Informatics            Mycology            Neurosciences            Toxicology            Zoology</p>	<p><b>6 con más de una aparición</b>            Agriculture            Developmental Biology            Engineering, Civil            Limnology            Medicine, Research &amp; Exp.            Microbiology            Dentistry, Oral Surgery &amp;              Medicine            Engineering, Petroleum            Materials Science, Composites            Mineralogy            Pharmacology &amp; Pharmacy</p> <p><b>7 con una sola aparición</b>            Cardiac &amp; Cardiovascular Systems            Computer Science, Hard &amp; Archit            Education, Scientific Disciplines            Emergency Medicine &amp; Critical              Care            Endocrinology &amp; Metabolism            Horticulture            Immunology            Infectious Disease            Materials Science, Composites            Materials Science, Paper &amp; Wood            Medical Laboratory Technology            Medicine, General &amp; Internal            Remote Sensing            Reproductive Biology            Statistics &amp; Probability            Telecommunications            Transplantation            Urology &amp; Nephrology</p>

## 4 Discusión

Los fenómenos de crecimiento rápido de la literatura científica, como es el caso de la física mexicana de la década de los años 90, ocurren acompañados de circunstancias de apertura para la influencia de nuevas áreas temáticas y de cambios en las preferencias, tanto entre las áreas propias de la disciplina, como en algunas áreas que parecían alejadas tradicionalmente.

Los resultados más generales de este estudio reflejan dos situaciones distintas: por un lado, en términos cuantitativos, un patrón de influencias claramente endógeno en la física mexicana, es decir, fuertemente influenciado por la literatura central del área que tiene que ver con las preferencias por las áreas y fuentes temáticas de corriente principal más tradicionales de la física y la astronomía.

Por otro lado, en términos de la diversidad de áreas temáticas, se presenta una situación nueva en el patrón de citación del área, que tiene que ver con la diversificación de influencias de temáticas exógenas, manifestado en la duplicación de la cantidad de áreas temáticas en el periodo analizado y que aunque en términos cuantitativos del número de referencias resulta todavía modesta y la presencia de las nuevas categorías es intermitente, existe un nuevo patrón de influencias de la física mexicana en la década de los años 90. Este patrón naciente cuenta con un nuevo tejido de hilos de influencia y puntos de intersección temáticos de disciplinas externas y tradicionalmente alejadas a las áreas propias de la física.

Las categorías externas de mayor intersección con las ciencias físicas corresponden a las áreas de biomedicina, biología molecular, medicina, ciencias del medio ambiente y las de mayor dinámica corresponden a las categorías consideradas como interdisciplinarias, donde se destaca el crecimiento de las ciencias de los materiales, química-física e ingenierías.

## 5 Referencias

1. TABAH, N. T. Literature Dynamics: Studies of growth, diffusion, and Epidemics. *Annual Review of Information Sciences and Technology*, 1999, vol. 34, p. 249-286
2. TABAH, N. T. Nonlinear Dynamics and the Growth of Literature. *Information Processing Management*, 1992, vol. 28, p. 61-73
3. WILSON, C. S. Informetrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 1999, vol. 34, p. 107-247
4. GOFFMAN, W. y NEWILLS, V. A. Communication and epidemic processes. *Proceedings of the Royal Society of London. Serie A. Mathematical and Physical Sciences*, 1967, 298, p. 316-334
5. GOFFMAN, W. y NEWILLS, V. A. Generalization of Epidemic Theory. An Application to the Transmission of Ideas. *Nature*, 1964, vol. 204 (4955), p. 225-228
6. Kostoff, R.N. y Del Río, J. A. The impact of Physics Research. *Physics World*, 2001, June, p. 47-51
7. HOLTON, G. *Thematic Origins of Scientific Thought; Kepler to Einstein*. Cambridge; Harvard University Press, 1974.
8. SANCHO, R. Los indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 1990, vol. 13, p. 3-30.

9. MÉXICO. CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Science and technology indicators at a glance. México; SEP; CONACYT. Edición de bolsillo, 1999. <http://www.main.conacyt.mx/>
10. PÉREZ ANGÓN, M. A.; TORRES VEGA, G. Situación de la física mexicana: 1988-1992. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, 1993, vol. 7 (3), p. 107-117.
11. PÉREZ ANGÓN, M.A.; TORRES VEGA, G. Retos y perspectivas de la física mexicana: 1989-1993. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, 1994, vol. 8 (3), p. 119-130.
12. PÉREZ ANGÓN, M. A.; TORRES VEGA, G. Una visión de la física mexicana. *Avance y Perspectiva*, 1996, vol. 15 (julio-agosto), p. 203-210
13. PÉREZ ANGÓN, M. A.; TORRES VEGA, G. La física mexicana en perspectiva: 1986-1996, *Interciencia*, 1998, vol. 23 (3), p. 63-175.
14. SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. Catálogo de Programas y Recursos Humanos en Física: 1987- 1996. A partir de la edición de 1996 incluye en su cobertura a los países de Centroamérica y del Caribe. En 1997 cambió a «Catálogo Latinoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física» coeditado entre la Sociedad Mexicana de Física y la Federación Latinoamericana de Sociedades de Física. La edición del 2000-2001 incorporó información sobre la física de los países de la Península Ibérica y modificó su nombre anterior por «Catálogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física».
15. MARISCAL RIOS, O. La Física Mexicana 1990-1999: Indicadores Bibliométricos de producción científica documental y recursos humanos. México: Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía, 2002. *Tesis*. 144 p.
16. RAMIREZ NUÑEZ, A. La física mexicana: análisis de citación y su repercusión internacional. *Tesis*. México; Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivomía, 2002. *Tesis*. 114 p
17. HERNÁNDEZ GARCIA, Y. I. Estudio bibliométrico de la colaboración científica en la Física Mexicana: 1990-1999. México: Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivomía, 2002. *Tesis*. 134 p.
18. INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. (2000). Journal Citation Reports (science edition): a bibliometric analysis of science journals in the ISI Databases. Philadelphia; ISI Press.