

Trabajos más citados de físicos de México

Luis Gottdiener

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México,
04510 México, D.F., México,
e-mail: luisgrgt@hotmail.com

Recibido el 26 de septiembre de 2005; aceptado el 6 de diciembre de 2005

Hemos intentado localizar los trabajos de física que más impacto han tenido en la ciencia, elaborados por - o con participación de - académicos de instituciones mexicanas. Adoptamos como criterio el que hayan recibido 100 o más citas, registradas en el *Science Citation Index*. Encontramos 63 trabajos entre 1959 y 2000 con esa característica: 54 artículos, 8 libros y 1 capítulo en libro. Comentamos los resultados obtenidos en cuanto a autores e instituciones participantes y en función del tiempo.

Descriptores: Artículos de física más citados; artículos más citados; trabajos más citados; autores más citados; físicos de México; físicos mexicanos; ciencia de México.

We have tried to locate the works of physicists of Mexico that have had a substantial impact on science. The criterion for selecting them is that they should have received 100 or more citations registered in the Science Citation Index. We found 63 such works between 1959 and 2000: 54 articles, 8 books and 1 chapter in book. We discuss these results, as regards authors and participating institutions, and as a function of time.

Keywords: Most-cited physics articles; most-cited articles; most-cited works; physicists of Mexico; Mexican physicists; Mexican science.

PACS: 01.65.+g

1. Introducción

Con motivo del Año Internacional de la Física en 2005, se llevaron a cabo en México diversos eventos. Uno de los temas comentados fue el sustancial avance de dicha ciencia en el país desde que empezó a trabajarse en ella sistemáticamente a fines de los años treinta del siglo XX. Como prueba suelen citarse datos sobre las instituciones donde puede estudiarse la carrera de física, el número de alumnos y de titulados, los grupos de investigación, la cantidad de artículos publicados, etc.

Sin duda que la cantidad de investigaciones publicadas, sobre todo en revistas de prestigio, es indicador de progreso. Pero más allá de dicha cifra, cabría preguntarse por las aportaciones que han tenido algún impacto en la ciencia mundial. Este planteamiento es en el mismo espíritu del Año Internacional, que se celebró con motivo de los cien años de la publicación de trabajos de Einstein que marcaron hitos en la física.

La pregunta podría formularse de manera más concreta: ¿Cuáles han sido los trabajos más citados de los físicos de México? No decimos “físicos mexicanos”, que sugiere lugar de nacimiento o nacionalidad (datos que además no siempre son fáciles de obtener), pues nos interesa más bien que hayan estado relacionados con una institución mexicana. Las aportaciones de quienes nacieron o se educaron en México, logradas fuera del país, también podrían ser tema de estudio, pero no el que aquí nos ocupa.

La cuestión nos parece de interés por varios motivos. Primero, ha sido poco tratada (ver, sin embargo, Ref. 1) y pensamos que es hora de abordarla, pues crecen con el tiempo las dificultades para ello, como el hecho de que las coleccio-

nes que contienen los datos relevantes tienden a ser retiradas de las bibliotecas. Segundo, identificar los trabajos de mayor impacto constituye un reconocimiento a sus autores, algunos ya fallecidos. Tercero, para quienes estudian física en el país es un estímulo conocer dichos trabajos, que les abre incluso la posibilidad de comentarlos con los autores. Cuarto, pese a las limitaciones de la información obtenida, contribuye a una evaluación objetiva del desarrollo de la ciencia en México.

2. Precisando los conceptos

El problema planteado parece muy simple, pero concretarlo requiere de algunas precisiones. Primera: ¿qué es un trabajo? Consideramos artículos, libros y capítulos en libros. Incluimos estudios en campos mixtos (físicoquímica, física matemática, etc.), cuando estimamos que se inclinan más a la física que al otro campo. Excluimos trabajos de astronomía, pues con ellos bien puede formarse una lista propia, e incluirlos significaría una considerable ampliación del conjunto. Segunda: ¿qué es un físico de México? Lo consideramos como tal si realizó el trabajo estando asociado con una institución mexicana; o, si con varias, al menos una mexicana. No incluimos a los asociados únicamente por estancias sabáticas o temporales. Cuando un artículo ha resultado de colaboración entre instituciones nacionales y extranjeras, lo contamos si al menos uno de diez autores pertenece a una institución mexicana. Tercera: ¿qué es un trabajo más citado? Que ha sido citado N_c veces o más, al tiempo de terminar este estudio. Una de las cuestiones problemáticas fue escoger un valor razonable de N_c . Decidimos usar $N_c=100$ por varios motivos. En primer lugar, es un número “redondo”, fácil de recordar. Segundo, no es común que un trabajo de física alcance ese

nivel de citas, que representa un reconocimiento significativo de la comunidad científica, si bien no el que corresponde a un descubrimiento mundialmente conocido. Tercero, buscábamos formar una lista de tamaño moderado, que pudiera leerse y no sólo quedar como referencia, del orden de 50-70 trabajos. Esto, como se verá, también lleva a una $N_c \approx 100$. Por último, otras revistas que han elaborado listas de sus artículos más citados también usaron ese valor.

Si uno se planteara el mismo problema en otra área del conocimiento, habría que escoger una N_c apropiada. En matemáticas, por ejemplo, los trabajos suelen ser menos citados. Si el estudio se hiciera en el ramo de física, aunque para una institución particular, también habría que pensar en una N_c menor.

3. Algunas advertencias

Se han hecho diversas críticas al llamado análisis de citas [2-4]. Una de ellas es que sólo figuran las consignadas en revistas incluidas en el índice SCI (*Science Citation Index*), lo que descarta a la mayoría de las nacionales. Posiblemente tampoco se registren las citas de publicaciones incluidas en el SCI con fecha anterior a su inclusión, por lo que quizá no sean completas las citas a los trabajos más antiguos (década de los 60 y anteriores), cuando el SCI comprendía menos revistas. Otra crítica es que no todas las actividades académicamente significativas se traducen en citas del SCI, como las relacionadas con reorganización de una institución, mejoras en enseñanza, etc. Una limitación aplicable a trabajos muy citados es que sus aportaciones se incorporan a textos o programas de cómputo, y entonces dejan de citarse los originales.

El número de citas no es una medida exacta de la importancia de un artículo, sino influenciada por factores varios, como la cantidad de investigadores que trabaja en el tema. Es más probable que acumule citas un trabajo en un tema de moda que en otro poco popular. También tienden a ser más citados los artículos en publicaciones de revisión, o entre cuyos autores figura un científico renombrado. Si el autor es desconocido, difícilmente alcanzará el mismo nivel de citas, aun cuando su trabajo sea de importancia similar [5]. Por todo ello, la influencia de dos artículos no es comparable sólo en función del número de citas, en particular si difieren sustancialmente en antigüedad.

Para localizar los trabajos, se hizo una búsqueda amplia mas no exhaustiva, lo que hubiera sido casi imposible. La mera escritura de un apellido es problemática, sobre todo en apellidos dobles, que pueden aparecer unidos por un guión, o

uno seguido de otro, o de la inicial de otro. Lo mismo ocurre con los nombres dobles o triples. Además, un artículo puede aparecer en la base de datos sólo por el primer autor, que puede ser desconocido para uno.

La Ref. 1 nos fue muy útil, ahí localizamos más de una docena de trabajos que no habíamos detectado. Pero seguramente no hemos encontrado todos. Si a esto le agregamos que algunos que nos propusimos identificar como los de mayor impacto no acumulan el centenar de citas por tratarse de temas poco populares; y otros por ser el número de citas registrado inferior al real, podemos decir de los artículos incluidos, conforme al refrán, que: "Son todos los que están, pero no están todos los que son". Cualquier información sobre trabajos omitidos será bien recibida por el autor.

4. Sobre la presentación de los datos

La información obtenida puede presentarse de diversas maneras. Hemos descartado el orden por número de citas, pues experimentaría considerable variación con el tiempo. También desechamos el arreglo por año de publicación, debido a la dificultad de localizar un autor dado. Hemos optado por el orden alfabético del primer autor, aunque a veces pueda resultar éste poco conocido localmente.

Se presenta primero una identificación corta del trabajo: apellido del primer autor y año de publicación. A continuación título de la revista, volumen, página y año, y título completo del trabajo. En caso de libro, las diversas ediciones se muestran aparte. Aunque se busca identificar a los autores relacionados con instituciones mexicanas, nos parece incorrecto omitir a los demás, por lo que se dan todos los autores en el mismo orden que en el trabajo original. Los nombres se muestran sin acentos, para facilitar su localización.

Dado que las afiliaciones son de muy diversos tipos, para no abrumar a los lectores con datos de poco interés sólo se muestra la afiliación para las instituciones mexicanas; si el autor está asociado a dos que figuran al mismo nivel, se indican ambas. Las otorgantes de apoyos financieros se muestran sólo si el autor no está asociado a otra institución mexicana. Los números de citas a los trabajos se obtuvieron del SCIE [6]; la afiliación de los autores, de la misma fuente o directamente de las revistas donde aquellos se publicaron.

5. Trabajos más citados

Los resultados obtenidos (cifras vigentes en nov. 2005) se presentan en la Tabla I.

TABLA I. Trabajos citados 100 o más veces, por orden alfabético del primer autor. El número de citas que registra el SCIE aparece a la derecha de la primera línea de cada entrada.

Abreviaturas (en orden alfabético): 1) CIC= Ctro. Intl. de Ciencias. 2) CIF-USON= Ctro. Inv. en Fís., Univ. de Sonora. 3) CINV-IPN= Ctro. Inv. del IPN. 4) CIO= Ctro. Invs. en Óptica. 5) CIPM-USON= Ctro. Inv. en Polímeros y Materiales-U. de Sonora. 6) CNEN= Com. Nal. Ene. Nuclear. 7) DCB-UAM-A= Dep. Ciencias Básicas, UAM-Azcapotzalco. 8) DF-CINVESTAV= Dep. Fís.-Ctro. Inv. y Estudios Avanzados del IPN. 9) DF-UAM-I= Dep. Fís.-UAM-Iztapalapa. 10) DFA-CICESE= Dep. Fís. Aplic.-Ctro. Inv. Cientif. y Educ. Sup. de Ensenada, B.C.

11) DFA-CINVESTAV= Dep. Fís. Aplic.-CINVESTAV. 12) DQ-UAM-I= Dep. Quím.-UAM-Iztapalapa. 13) FC-UNAM= Fac. Ciencias, UNAM. 14) ICN-UNAM = Inst. Ciencias Nucl.-UNAM. 15) IF-UAP= Inst. Fís.-Univ. Aut. de Puebla. 16) IF-UNAM= Inst. Fís.-UNAM. 17) IF-UNAM-Q= Inst. Fís.-UNAM- Qro. 18) IIM-UNAM= Inst. Invs. en Materiales-UNAM. 19) IIMAS-UNAM = Inst. Invs. en Matem. Aplcs. y Sists.-UNAM. 20) IMP= Inst. Mex. del Petróleo. 21) INAOE= Inst. Nal. de Astrofísica, Óptica y Electrónica. 22) INIC= Inst. Nal. de la Inv. Cient. 23) ININ= Inst. Nal. Invs. Nucls.

Alejandre 1995 187

J. Chem. Phys. **102**, 4574 (1995)

Molecular dynamics simulation of the orthobaric densities and surface-tension of water

Alejandre J (DQ-UAM-I), Tildesley DJ, Chapela GA (DF-UAM-I)

Alfaro 2000 102

Phys. Rev. Lett. **84**, 2318 (2000)

Quantum gravity corrections to neutrino propagation

Alfaro J, Morales-Tecotl HA (DF-UAM-I), Urrutia LF (ICN-UNAM)

Ashtekar 1998 193

Phys. Rev. Lett. **80**, 904 (1998)

Quantum geometry and black hole entropy

Ashtekar A, Baez J, Corichi A (ICN-UNAM), Krasnov K

Baranger 1994 178

Phys. Rev. Lett. **73**, 142 (1994)

Mesoscopic transport through chaotic cavities: A random S-matrix theory approach

Baranger HU, Mello PA (IF-UNAM)

Bargmann 1960 140

Nucl. Phys. **18**, 697 (1960)

Group theory of harmonic oscillators (I).The collective modes

Bargmann V, Moshinsky M (IF-UNAM, INIC)

Bargmann 1961 164

Nucl. Phys. **23**, 177 (1961)

Group theory of harmonic oscillators (II).Integrals of motion for quadrupole-quadrupole interaction

Bargmann V, Moshinsky M (IF-UNAM, INIC)

Barojas 1973 239

Phys. Rev. A **7**, 1092 (1973)

Simulation of diatomic homonuclear liquids

Barojas J (FC-UNAM), Levesque D, Quentrec B

Benzi 1995 123

Physica D **80**, 385 (1995)

On the scaling of three-dimensional homogeneous and isotropic turbulence

Benzi R, Ciliberto S, Baudet C, Chavarria GR (FC-UNAM)

Bohigas 1971 122

Phys. Lett. B **34**, 261 (1971)

Two-body random hamiltonian and level density

Bohigas O, Flores J (IF-UNAM)

Brandan 1997 111

Phys. Rep. **285**, 143 (1997)

The interaction between light heavy-ions and what it tells us

Brandan ME (IF-UNAM), Satchler GR

Brody 1960 247

Tables of transformation brackets. México, DF: Monografías del Instituto de Física, UNAM (1960)

Brody TA (IF-UNAM), Moshinsky M (IF-UNAM)

- Brody 1967 114
 Tables of transformation brackets for nuclear shell-model calculations. New York: Gordon and Breach 1967
 Brody TA (IF-UNAM, CNEN), Moshinsky M (IF-UNAM, CNEN)
- Brody 1973 231
Lett. Nuovo Cimento **7**, 482 (1973)
 Statistical measure for repulsion of energy levels
 Brody TA (IF-UNAM)
- Brody 1981 1083
Rev. Mod. Phys. **53**, 385 (1981)
 Random-matrix physics: spectrum and strength fluctuations
 Brody TA (IF-UNAM), Flores J (IF-UNAM), French JB, Mello PA (IF-UNAM), Pandey A, Wong SSM
- Bunge 1993 126
Atom. Data Nucl. Data **53**, 113 (1993)
 Roothaan-Hartree-Fock ground-state atomic wave functions. Slater-type orbital expansions and expectation values for $Z=2-54$
 Bunge CF (IF-UNAM), Barrientos JA (IF-UNAM), Bunge AV (DQ-UAM-I)
- Buzek 1992 172
Phys. Rev. A **45**, 8190 (1992)
 Schrodinger-cat states in the resonant Jaynes-Cummings model. Collapse and revival of oscillations of the photon-number distribution
 Buzek V, Moya-Cessa H (INAOE), Knight PL, Phoenix SJD
- Chapela 1977 198
J. Chem. Soc. F2 **73**, 1133 (1977)
 Computer simulation of a gas-liquid surface
 Chapela GA (CONACYT), Saville G, Thompson SM, Rowlinson JS
- Cortes 1985 125
J. Chem. Phys. **82**, 2708 (1985)
 On the generalized Langevin equation - classical and quantum mechanical
 Cortes E (DF-UAM-I), West BJ, Lindenberg K
- Federman 1977 118
Phys. Lett. B **69**, 385 (1977)
 Towards a unified microscopic description of nuclear deformation
 Federman P (IF-UNAM), Pittel S
- Federman 1978 112
Phys. Lett. B **77**, 29 (1978)
 Hartree-Fock-Bogolyubov study of deformation in Zr-Mo region
 Federman P (IF-UNAM), Pittel S
- Federman 1979 217
Phys. Rev. C **20**, 820 (1979)
 Unified shell-model description of nuclear deformation
 Federman P (IF-UNAM), Pittel S
- Frank 1994 130
 Algebraic methods in molecular and nuclear structure physics. New York: J. Wiley (1994)
 Frank A (ICN-UNAM), Van Isacker P
- Garraway 1994 131
Phys. Rev. A **49**, 535 (1994)
 Generation and detection of nonclassical field states by conditional measurements following two-photon resonant interactions
 Garraway BM, Sherman B, Moya-Cessa H (INAOE), Knight PL, Kurizki G

- Garzon 1998 100
Phys. Rev. Lett. **81**, 1600 (1998)
 Lowest energy structures of gold nanoclusters
 Garzon IL (IF-UNAM), Michaelian K (IF-UNAM), Beltran MR (IIM-UNAM), Posada-Amarillas A (CIF-USON), Ordejon P, Artacho E, Sanchez-Portal D, Soler JM
- Gazquez 1994 112
J. Phys. Chem.-US **98**, 4591 (1994)
 The hard and soft acids and bases principle: An atoms in molecules viewpoint
 Gazquez JL (DQ-UAM-I), Mendez F (DQ-UAM-I)
- Glass 1982 151
Phys. Rev. Lett. **48**, 1772 (1982)
 Fine structure of phase locking
 Glass L, Perez R (IF-UNAM)
- Helman 1976 195
Phys. Rev. Lett. **37**, 1429 (1976)
 Tunneling of spin-polarized electrons and magnetoresistance in granular Ni films
 Helman JS (CINV-IPN), Abeles B
- Inoue 1989 110
Synthetic Met. **30**, 199 (1989)
 New soluble polyaniline: Synthesis, electrical properties and solution electronic spectrum
 Inoue M (CIPM-USON), Navarro RE (CIPM-USON), Inoue MB (CIPM-USON)
- Jose 1977 1142
Phys. Rev. B **16**, 1217 (1977)
 Renormalization, vortices, and symmetry-breaking perturbations in the two-dimensional planar model
 Jose JV (FC-UNAM), Kadanoff LP, Kirkpatrick S, Nelson DR
- Krapivsky 2000 157
Phys. Rev. Lett. **85**, 4629 (2000)
 Connectivity of growing random networks
 Krapivsky PL, Redner S, Leyvraz F (CIC)
- Kushwaha 1993 186
Phys. Rev. Lett. **71**, 2022 (1993)
 Acoustic band structure of periodic elastic composites
 Kushwaha MS (IF-UAP), Halevi P (IF-UAP, CIF-USON), Dobrzynski L, Djafari-Rouhani B
- Ley Koo 1977 123
Phys. Rev. A **16**, 2483 (1977)
 Revised and extended scaling for coexisting densities of SF₆
 Ley Koo M (FC-UNAM), Green MS
- Lopez 1980 120
Phys. Rev. B **22**, 6428 (1980)
 Optical absorption and luminescence investigations of the precipitated phases of Eu²⁺ in NaCl and KCl single crystals
 Lopez FJ, Murrieta H (IF-UNAM), Hernandez J (IF-UNAM), Rubio J (IF-UNAM)
- Lopez-Morales 1990 136
Phys. Rev. B **41**, 6655 (1990)
 Role of oxygen in PrBa₂Cu₃O_{7-y} : Effect on structural and physical properties
 Lopez-Morales ME, Rios-Jara D (IIM-UNAM), Tagüeña J (IIM-UNAM), Escudero R (IIM-UNAM), La Placa S, Bezingue A, Lee VY, Engler EM, Grant PM
- Malacara 1978 248
 Optical shop testing. New York: J Wiley (1978)
 Malacara D (editor) (INAOE)

- Malacara 1992 347
Optical shop testing, 2nd ed. New York: J Wiley (1992)
Malacara D (editor) (CIO)
- Maradudin 1990 210
Ann. Phys. **203**, 255 (1990)
Enhanced backscattering of light from a random grating
Maradudin AA, Michel T, McGurn AR, Mendez ER (DFA-CICESE, B.C.)
- Medina-Noyola 1988 118
Phys. Rev. Lett. **60**, 2705 (1988)
Long-time self-diffusion in concentrated colloidal dispersions
Medina Noyola M (DF-CINVESTAV-IPN)
- Mello 1988 197
Ann. Phys. - New York **181**, 290 (1988)
Macroscopic approach to multichannel disordered conductors
Mello PA (IF-UNAM, DF-UAM-I), Pereyra P (DCB-UAM-A), Kumar N
- Mielnik 1984 133
J. Math. Phys. **25**, 3387 (1984)
Factorization method and new potentials with the oscillator spectrum
Mielnik B (DF-CINVESTAV)
- Mochan 1985 133
Phys. Rev. Lett. **55**, 1192 (1985)
Intrinsic surface-induced optical anisotropies of cubic-crystal local field effect
Mochan WL (IF-UNAM), Barrera RG (IF-UNAM)
- Moshinsky 1959 355
Nucl. Phys. **13**, 104 (1959)
Transformation brackets for harmonic oscillator functions
Moshinsky M (IF-UNAM, INIC)
- Moshinsky 1962 108
Rev. Mod. Phys. **34**, 813 (1962)
Wigner coefficients for SU3 group and some applications
Moshinsky M (IF-UNAM)
- Moshinsky 1963 134
J. Math. Phys. **4**, 1128 (1963)
Bases for the irreducible representations of the unitary groups and some applications
Moshinsky M (IF-UNAM)
- Moshinsky 1968 171
Group theory and the many-body problem. New York: Gordon and Breach (1968)
Moshinsky M (IF-UNAM)
- Moshinsky 1969 161
The harmonic oscillator in modern physics: from atoms to quarks. New York: Gordon and Breach (1969)
Moshinsky M (IF-UNAM)
- Moshinsky 1970 120
J. Math. Phys. **11**, 1631 (1970)
Noninvariance groups in second-quantization picture and their applications
Moshinsky M (IF-UNAM), Quesne C
- Moshinsky 1971 249
J. Math. Phys. **12**, 1772 (1971)
Linear canonical transformations and their unitary representations
Moshinsky M (IF-UNAM), Quesne C

- Moshinsky 1989 124
J. Phys. A **22**, L817 (1989)
 The Dirac oscillator
 Moshinsky M (IF-UNAM), Szczepaniak A
- Muhl 1999 181
Diam. Relat. Mater. **8**, 1890 (1999)
 A review of the preparation of carbon nitride films
 Muhl S (IIM-UNAM), Mendez JM (IIM-UNAM)
- Novaro 1978 114
J. Chem. Phys. **68**, 2337 (1978)
 Theoretical study on a reaction pathway of Ziegler-Natta-type catalysis
 Novaro O (IF-UNAM), Blaisten-Barojas E (IF-UNAM), Clementi E, Giunchi G, Ruiz-Vizcaya ME (IMP)
- Perez 1995 203
Phys. Rev. Lett. **74**, 1970 (1995)
 Extracting messages masked by chaos
 Perez G (DFA-CINVESTAV-MERIDA), Cerdeira HA
- Sanchez Mondr. 1983 253
Phys. Rev. Lett. **51**, 550 (1983)
 Theory of spontaneous-emission line shape in an ideal cavity
 Sanchez Mondragon JJ (CIO), Narozhny NB, Eberly JH
- Schaaff 1997 178
J. Phys. Chem. B **101**, 7885 (1997)
 Isolation of smaller nanocrystal Au molecules: Robust quantum effects in optical spectra
 Schaaff TG, Shafigullin MN, Khoury JT, Vezmar I, Whetten RL, Cullen WG, First PN, Gutierrez-Wing C (ININ), Ascencio J (ININ), Yacaman MJ (ININ)
- Scherer 1991 294
J. Chem. Phys. **95**, 1487 (1991)
 Fluorescence-detected wave packet interferometry: Time resolved molecular spectroscopy with sequences of femtosecond phase-locked pulses
 Scherer NF, Carlson RJ, Matro A, Du M, Ruggiero AJ, Romero-Rochin V (IF-UNAM), Cina JA, Fleming GR, Rice SA
- Seligman 1984 196
Phys. Rev. Lett. **53**, 215 (1984)
 Quantum spectra and transition from regular to chaotic classical motion
 Seligman TH (IF-UNAM), Verbaarschot JJM, Zirnbauser MR
- Stock 1982 171
Phys. Rev. Lett. **49**, 1236 (1982)
 Compression effects in relativistic nucleus-nucleus collisions
 Stock R, Bock R, Brockman R, Harris JW, Sandoval A, Stroebele H, Wolf KL, Pugh HG, Schroeder LS, Maier M, Renfordt RE, Dacal A (IF-UNAM), Ortiz ME (IF-UNAM)
- Stone 1991 135
 Random-matrix theory and maximum entropy models for disordered conductors
 En: Mesoscopic phenomena in solids. Eds.: Altshuler BL, Lee PA, Webb RA. Amsterdam: North-Holland (1991)
 Stone AD, Mello PA (IF-UNAM), Muttalib KA, Pritchard JL
- Terrones 1996a 125
Chem. Phys. Lett. **257**, 576 (1996)
 Pyrolytically grown BxCyNz nanomaterials: Nanofibres and nanotubes
 Terrones M (CONACYT), Benito AM, Manteca-Diego C, Hsu WK, Osman OI, Hare JP, Reid DG, Terrones H (IF-UNAM), Cheetham AK, Prassides K, Kroto HW, Walton DRM

- Terrones 1996b 139
Chem. Phys. Lett. **259**, 568 (1996)
 Metal particle catalysed production of nanoscale BN structures
 Terrones M (CONACYT), Hsu WK, Terrones H (IF-UNAM), Zhang JP, Ramos S (IF-UNAM), Hare JP, Castillo R (IF-UNAM), Prassides K, Cheetham AK, Kroto HW, Walton DRM
- Terrones 1997 381
Nature **388**, 52 (1997)
 Controlled production of aligned-nanotube bundles
 Terrones M (CONACYT), Grobert N, Olivares J, Zhang JP, Terrones H (IF-UNAM), Kordatos K, Hsu WK, Hare JP, Townsend PD, Prassides K, Cheetham AK, Kroto HW, Walton DRM
- Terrones 2000 102
Science **288**, 1226 (2000)
 Coalescence of single-walled carbon nanotubes
 Terrones M (IF-UNAM-Q), Terrones H (IF-UNAM-Q), Banhart F, Charlier JC, Ajayan PM
- Wolf 1979 114
 Integral transforms in science and engineering. New York: Plenum Press (1979)
 Wolf KB (IIMAS-UNAM)

6. Discusión y conclusiones

Se encontraron 63 trabajos con 100 o más citas cada uno: 54 artículos, 8 libros y 1 capítulo en libro.

Quince trabajos reúnen 200 o más citas (Barojas 1973, Brody 1960, Brody 1973, Brody 1981, Federman 1979, Jose 1977, Malacara 1978, Malacara 1992, Maradudin 1990, Moshinsky 1959, Moshinsky 1971, Perez 1995, Sanchez Mondragon 1983, Scherer 1991 y Terrones 1997). Dos acumulan 1000 o más citas (Brody 1981 y Jose 1977).

Recientemente, un académico estimó en cerca de treinta mil el número total de artículos publicados por físicos de México [7], por lo que nuestra lista estaría compuesta por alrededor del 0.2 % de dicha cantidad. Algunos de los trabajos de la lista son conocidos en el medio local, pero creemos que la mayoría no. Es de notarse que cubren una amplia variedad de temas; entre los más populares están la física nuclear, física matemática y estado sólido, pero también hay de física molecular, física atómica, óptica, física química, mecánica estadística, termodinámica, fluidos, nanotecnología, y otros.

Cabe señalar la elevada cantidad de colaboraciones. El promedio de autores por trabajo es de 3.6, y únicamente 9 trabajos fueron elaborados por un solo autor (no se incluyen dos libros de D. Malacara, que también son producto de colaboración).

Igualmente son numerosas las colaboraciones con instituciones extranjeras: de los 225 autores de la Tabla I, 96 pertenecen a instituciones nacionales y 129 a extranjeras. Sólo 16 trabajos fueron elaborados únicamente por autores de México (no se incluyen los dos libros de D. Malacara).

Si hacemos una división por décadas de los datos de la Tabla I, obtenemos la Tabla II.

TABLA II. Número de trabajos más citados por década.

Década:	50s	60s	70s	80s	90s	00s
	1	8	15	13	23	3

Vemos que la cantidad de trabajos aumenta de una década a la siguiente (con excepción de los 70 a los 80). La década a partir del 2000, que aún no termina, no es comparable con las anteriores. Cabe advertir que las cantidades mostradas en la Tabla II crecerán con el tiempo, sobre todo para las dos últimas décadas. En general, las conclusiones aquí presentadas podrán experimentar modificaciones, no sólo por posibles omisiones, sino por la aparición de trabajos que en este momento no existen (la presente década) o no reúnen las citas requeridas. (Nota: al momento de revisar las pruebas de galera de este trabajo (mayo 2006), otro artículo ya reúne más de 100 citas [8]).

A continuación presentamos algunas conclusiones sobre autores e instituciones. Los 96 autores de México en la Tabla I corresponden a 67 nombres diferentes (algunos colaboran en varios trabajos), de los cuales 8 son mujeres. Los autores de más de un trabajo son: M. Moshinsky (12), T.A. Brody (4), P.A. Mello (4), H. Terrones (4), M. Terrones (4), P. Federman (3), G.A. Chapela (2), J. Flores (2), D. Malacara (2) y H. Moya-Cessa (2).

Los autores nacionales de la Tabla I están asociados a 13 centros o universidades (contando como uno a CNEN e IN-IN). Las participaciones de cada uno se muestran en la Tabla III. Desde luego sobresale la intervención de la UNAM en 45 de los 63 trabajos, i.e. el 71 %.

TABLA III. Frecuencia de participación de centros o universidades en los trabajos más citados.

UNAM	45	INAOE	3	CNEN, ININ	2	UAP	1
UAM	6	INIC	3	CIC	1		
CINVESTAV	4	USON	3	CICESE	1		
CONACYT	4	CIO	2	IMP	1		

Si consideramos no universidades, sino dependencias (facultades, institutos, departamentos, etc.), figuran 22 en la Tabla I. Las participaciones de cada una se muestran en la Tabla IV.

TABLA IV. Frecuencia de participación de dependencias en trabajos más citados, de mayor a menor.

IF-UNAM	34	CIO	2
CONACYT	4	CNEN, ININ	2
DF-UAM-I	4	CIC	1
FC-UNAM	4	CINVEST-Mér.	1
CINVESTAV	3	CIPM-USON	1
DQ-UAM-I	3	DCB-UAM-A	1
ICN-UNAM	3	DFA-CICESE	1
IIM-UNAM	3	IF-UAP	1
INAOE	3	IF-UNAM-Q	1
INIC	3	IIMAS-UNAM	1
CIF-USON	2	IMP	1

Destaca la participación del IF-UNAM, en más de la mitad de los trabajos más citados, aunque ésta parece ir disminuyendo, pues en la década de los 90 dicho instituto colaboró en 9 trabajos (de 23), mientras que las demás instituciones lo hicieron en 19.

Las instituciones de provincia participaron en 12 trabajos de los 63. Con mayor frecuencia: INAOE (3), CIF-USON (2) y CIO (Gto.) (2). En un trabajo: CIC (Mor.), CINVESTAV-Mérida, CIPM-USON, DFA-CICESE, IF-UAP, IF-UNAM-Q.

Los 54 artículos citados en la Tabla I se publicaron en 20 revistas diferentes. La más utilizada fue *Physical Review Letters* (14 veces), seguida de *Physical Review* (8), *Journal of Chemical Physics* (4), *Journal of Mathematical Physics* (4), *Nuclear Physics* (3) y *Physics Letters* (3). Ninguno de dichos artículos se publicó en una revista nacional, lo cual podría deberse a que los físicos prefieren publicar sus mejores trabajos en las revistas de más prestigio, o a la menor difusión de las nacionales.

En resumen, vemos que suman varias decenas los trabajos que han tenido resonancia internacional. No son éstos todos los importantes: si se incluyeran aquellos con un número de citas algo menor que 100, digamos más de 80 o 70, que también representan un reconocimiento considerable, muy probablemente el total de trabajos rebasaría los cien. Tomando en cuenta que la física en el país tiene un desarrollo relativamente reciente en comparación con otras ciencias, éste es un logro.

La producción de los trabajos más citados muestra una tendencia creciente y, algo importante, una dispersión en aumento de autores e instituciones, aunque es aún limitada la contribución de las de provincia. A medida que las instituciones de investigación científica proliferan, parece más viable que una recién incorporada a dicha actividad empiece a producir trabajos de impacto. Sin embargo, a pesar de que la contribución de las instituciones nacionales a la física mundial existe, nos parece que es aún modesta y no justifica caer en triunfalismos.

1. M.A. Pérez Angón (coordinador), *Atlas de la Ciencia Mexicana*, Academia Mexicana de Ciencias, México, D.F.
2. K.B. Wolf, *Bol. Soc. Mex. Fís.* **2** (1988) 11.
3. J. Ize, *Ciencia* **45** (1992) 157.
4. A. Anderson, *Science* **252** (1991) 639.

5. R.K. Merton, *Science* **159** (1968) 56.
6. *Science Citation Index Expanded* -Thomson Scientific.
7. A. Menchaca Rocha, citado en: *El Financiero*, p.38, 13 enero 2005.
8. J.L. Mateos, *Phys. Rev. Lett.* **84** (2000) 258.