Impactos

En una reciente visita del premio Nobel León Lederman a la Facultad de Física de la Universidad de La Habana, éste le contó a los estudiantes la hipotética historia de un científico al que le ofrecen todo el equipamiento de laboratorio necesario para comprender las "verdades últimas" del Universo. La única condición que se le imponía es que estaría sólo en una isla desierta, sin poder comunicar a nadie los resultados. El científico rápidamente responde "¡no! ¡eso no tendría sentido!". La moraleja de la historia es que el científico es un ser humano como otro cualquiera, que necesita imperiosamente compartir con sus semejantes los resultados de su trabajo.

Figura 8. El premio Nobel de Física Leon Lederman departe con estudiantes de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana en julio del 2003

La historia de Lederman no es más que una imagen humorística contemporánea de la necesidad de trascender más allá de la vida, una vieja preocupación del ser humano expresada elegantemente por Diderot en 1785: "La posteridad para el filósofo es lo que el otro mundo para el hombre religioso"[1]. En el mundo académico real, la **publicación** es una de las expresiones más altas de esa

[1] "La posterité pour le philosophe, c'est l'autre monde pour l'homme religieux"

necesidad de trascendencia. Si bien en épocas pasadas los libros eran la vía más común para dar a conocer la obra científica original (recuérdese "Diálogos sobre dos nuevas ciencias" de Galileo, y los "Philosophiae naturalis principia mathematica"– también conocido como los "Principia" – de Newton, hoy día la vía natural es la publicación en revistas científicas.

Pero, ¿cómo llega un resultado científico desde la mesa del laboratorio hasta las páginas de una revista?. Tras escribir cuidadosamente los resultados científicos de su investigación en forma de artículo, los autores lo envían al Editor de la revista científica seleccionada. En general, el Editor le pasa el manuscrito a dos o más miembros de la comunidad científica con experiencia en el mismo tema que trata el manuscrito, los cuales actúan como árbitros. Los autores nunca se enteran de la identidad de los árbitros, a no ser que éstos deseen revelarla[2]. Sobre la base de sus informes, el Editor suele reaccionar de tres formas esenciales. Si las críticas son leves, (a) acepta el artículo tras correciones menores (¡lo cual es muy raro!). Si las críticas son más fuertes, (b) les da una oportunidad a los autores para que las respondan, y mejoren el manuscrito, antes de volverlo a someter al criterio de los árbitros, y continuar el ciclo. Si las críticas son muy adversas, (c) rechaza el manuscrito. Las revistas científicas que utilizan este proceso (ó una variante de él) se les conoce como *revistas científicas con arbitraje*.

Aunque el proceso de arbitraje puede parecer un tanto brutal para los autores –de hecho, a veces lo es–, contribuye grandemente a garantizar la calidad y la claridad del contenido de los artículos científicos. En épocas pasadas, no existían tales garantías. El gran Isaac Newton, por ejemplo, escribió muchos de sus más grandes descubrimientos originales en su famoso "Principia", utilizando un lenguaje matemático extraordinariamente oscuro –aparentemente

[2] Desde luego, la vida real es más rica en este sentido. En la época en que el proceso de arbitraje se hacía totalmente mediante correo ordinario (pues no existía el electrónico), conozco el caso de un investigador que descubrió la identidad de un árbitro detectando, a trasluz, la marca de agua del papel que éste había utilizado para enviar su reporte: ¡el autor reconoció el tipo de papel que un colega normalmente usaba!

de forma deliberada– lo cual dificultó mucho su comprensión por parte de sus contemporáneos.

Pero sigamos con las peripecias de una publicación contemporánea. Una vez que el artículo ha sido publicado, todavía debe pasar una difícil prueba para establecer su importancia ante la comunidad científica: determinar cuántas veces es citado en artículos posteriores escritos por los mismos ó por otros autores. Tal y como muestran la gráficas de la figura 9, la cantidad de veces que se cita un artículo promedio publicado en cierta revista primero aumenta rápidamente, alcanza un máximo, y luego disminuye.

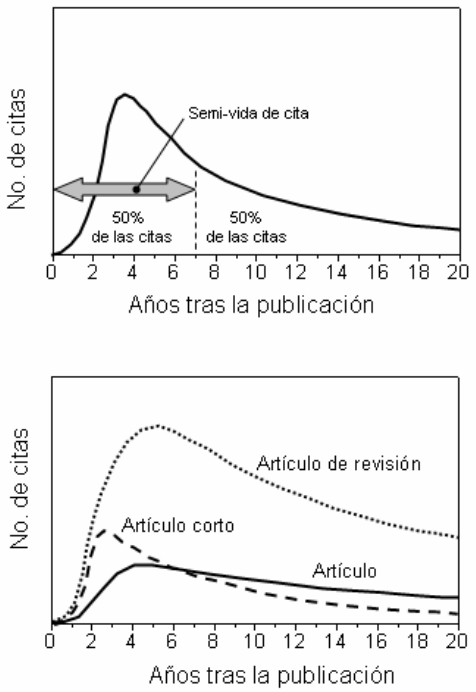
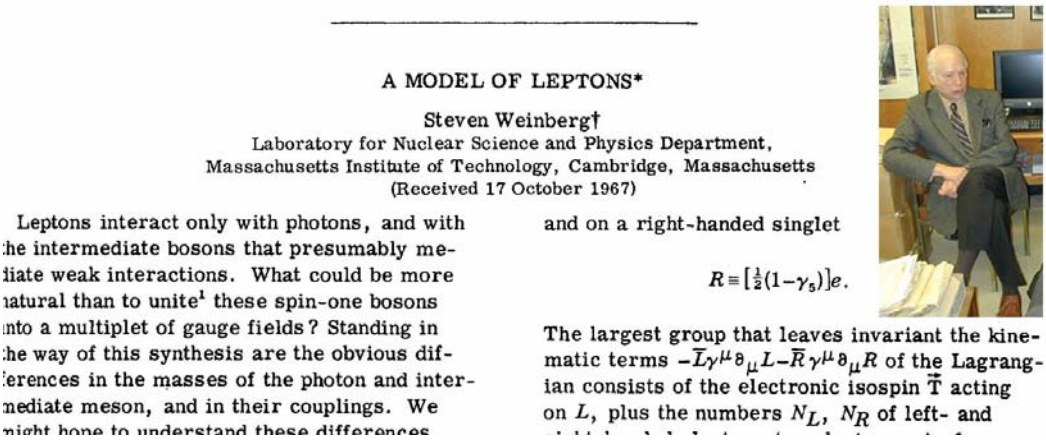


Figura 9. Variación del número de citas de artículos hipotéticos a medida que pasa el tiempo después del momento de su publicación

Es menester insistir en que la Figura 9 muestra un comportamiento promedio: existen artículos grises que nunca son citados –me temo que éste es un caso más común de los que desearíamos–, mientras que algunos son "redescubiertos" sólo varios años después de su publicación y establecen "records" de citas.

Éste último es el el caso del artículo "A model of Leptons" publicado por el premio Nobel de Física Steven Weinberg en 1967 (Figura 10). En una reciente serie de artículos aparecidos en el boletín de noticias de la *American Physical Society*, se analizan los diez artículos más citados publicados en *Physical Review Letters* (*Physical Review Letters' Top Ten*): el artículo de Weinberg está en el primer lugar, con 4602 citas. Lo curioso es que éste artículo recibió la mayor parte de sus citas sólo a partir de 1971. La causa es la siguiente. En el artículo en cuestión proponía una teoría que establecía la relación entre las interacciones electromagnética y débil[3]. En el artículo, sin embargo, Weinberg no pudo demostrar que la teoría era renormalizable, lo cual limitaba su utilidad desde el punto de vista práctico. En 1971 su colega Gerard't Hooft lo hizo, y eso fue lo que abrió las puertas a la popularidad del artículo de 1967…contribuyendo críticamente a que el Comité Nobel le hiciera una llamada telefónica a Weinberg en 1979.



A MODEL OF LEPTONS*

Steven Weinberg†

Laboratory for Nuclear Science and Physics Department,
Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts

(Received 17 October 1967)

Leptons interact only with photons, and with the intermediate bosons that presumably mediate weak interactions. What could be more natural than to unite[1] these spin-one bosons into a multiplet of gauge fields? Standing in the way of this synthesis are the obvious differences in the masses of the photon and intermediate meson, and in their couplings. We

and on a right-handed singlet

$$R \equiv [\tfrac{1}{2}(1-\gamma_5)]e.$$

The largest group that leaves invariant the kinematic terms $-\bar{L}\gamma^\mu \partial_\mu L - \bar{R}\gamma^\mu \partial_\mu R$ of the Lagrangian consists of the electronic isospin $\vec{T}$ acting on L, plus the numbers N_L, N_R of left- and

Figura 10 Fragmento de la primera página del artículo más citado de todos los tiempos en *Physical Review Letters.* A la derecha, foto reciente del autor, el premio Nobel de Física Steven Weinberg

[3] Uno de los grandes retos de la Física contemporánea es establecer las relaciones entre las cuatro grandes interacciones (ó fuerzas) del Universo: la gravitatoria, la nuclear débil, la electromagnética, y la nuclear fuerte. (Ver el artículo "El Nobel de Física 2004: cerrando el círculo?")

A nadie le debe extrañar que las revistas científicas tengan su propio "pedigree": unas son consideradas más prestigiosas ó importantes que otras. Y en este mundo donde todo tiende cada vez más a cuantificarse para establecer "rankings" –desde los "Top Ten" musicales hasta las personalidades más relevantes del milenio–, las revistas científicas también se clasifican según varios números, entre los cuales son muy populares aquellos que reporta el *Institute for Scientific Information* (ISI) sobre la base de la estadística de decenas de miles de revistas científicas.

Supongamos que el gráfico que muestra la Figura 9 corresponde al promedio del comportamiento en el tiempo de las citas de los artículos publicados en cierta revista X. El tiempo que transcurre entre el momento de publicación del artículo y el momento en que ha alcanzado el 50% del total de veces que se le ha citado, se conoce como *semivida de cita del artículo* para la revista X (*citing half-life*). En el ejemplo hipotético de la revista en el panel superior de la Figura 9, su valor es de unos 7 años. Éste da una idea de por cuánto tiempo siguen siendo citados los artículos que aparecen en la revista en cuestión. Los artículos publicados en revistas con un elevado número de *semivida de cita* tienden a "quedar para la historia", por así decirlo. Sin embargo, es otro número el que suele ser utilizado para establecer el "ranking" de las revistas científicas: el *factor de impacto* (*impact factor*).

El factor de impacto de la revista X es el número promedio de citas por año que recibe un artículo típico de la revista X, en cierto intervalo después de la publicación del artículo. Por ejemplo, si la revista X ha publicado un total de 500 artículos durante 1997 y 1998, y éstos artículos han sido citados un total de 1000 veces en 1999, el factor de impacto de la revista X en el año 1999, es de 1000/500 = 2,00. Evidentemente, los artículos que aparecen en una revista de un alto factor de impacto tienden a llamar poderosamente la atención de la comunidad científica en un período de tiempo relativamente corto.

En lo adelante, llamaré "FI02" a los factores de impacto reportados por el ISI en el 2002, y "<FI>" a los factores de impacto promediados en el período 1974-2000.

En mi propio campo de trabajo general –la Física– las dos revistas de más impacto son *Reviews of Modern Physics* (FI02=12,76; <FI>=16,61) y *Physical Review Letters* (FI02=6,67; <FI>=6,57). Vale la pena subrayar también que *Applied Physics Letters* (FI02=3,85; <FI>=3,42) es la revista de más impacto en el campo de las aplicaciones de la Física.

Aunque existe consenso sobre el gran prestigio de estas publicaciones, debo insistir en que es peligroso evaluar la importancia de una revista científica sólo por el valor de su factor de impacto. Uno de los factores que hace difícil la comparación es el hecho de que existen revistas que se especializan en publicar determinado *tipo* de artículos. La mayoría de las revistas publica trabajos que incluyen investigación original en forma de artículos de tamaño mediano, o corto. Aunque la mayoría de ellas incluyen secciones para ambas modalidades, existen algunas –como *Physical Review Letters* y *Applied Physics Letters*– que se especializan sólo en artículos cortos muy originales ó relevantes, y se caracterizan, al menos en principio, por un proceso de producción expedito. Como se observa en la parte inferior de la Figura 9, los artículos cortos tienden a obtener una buena cantidad de citas en un tiempo relativamente pequeño. En el otro extremo están las revistas especializadas en artículos de revisión –como *Reviews of Modern Physics*. Los editores de estas revistas suelen invitar a personalidades establecidas a escribir artículos que presentan un recuento de la actividad en un área científica dada, y generalmente incluyen una evaluación crítica de los logros alcanzados hasta el momento, así como las preguntas fundamentales que, en la opinión de los autores, deben responderse en los próximos años. Los artículos de revisión son muy populares entre los investigadores que deciden adentrarse en un tema de trabajo nuevo, y suelen servir de guía para "encauzar" el trabajo de la comunidad científica en un área dada, lo cual hace que suelan tener un gran impacto, y éste persista durante un tiempo muy prolongado, como se aprecia en la parte inferior de la Figura 9.

Entre los otros muchos factores que hacen difícil comparar los resultados científicos sólo por intermedio del factor de impacto de las revistas donde son publicados están los propios prejuicios de la

comunidad científica –compuesta, después de todo, por seres humanos. Un buen ejemplo es la publicación del descubrimiento de los superconductores de alta temperatura crítica. Hacia los años 1950's, la muy respetada "teoría BCS" establecía un límite superior para la temperatura crítica de una material superconductor. A ningún físico experimental se le ocurría perder su tiempo buscando un superconductor con una temperatura crítica superior a los 30 grados Kelvin (30 K). Excepto a Alexander Müller, de la IBM de Zürich, que venía trabajando calladamente en materiales de estructura tipo perovskita, en la que sospechaba podría encontrar superconductividad con mayores temperaturas críticas. Tras un paciente trabajo de años con la colaboración de su colega Johannes Georg Bednorz, lograron encontrar un material con una temperatura crítica cercana a los 35 K. Los resultados fueron publicados, bajo el modesto título "Posible superconductividad de alta temperatura crítica en el sistema Ba-La-Ca-O", en la revista *Zeitschrift fur Physik*, con un factor de impacto relativamente modesto (<FI>=2,32). El artículo pasó inadvertido por la mayor parte de la comunidad científica. Afortunadamente C. W. Chu, de la Universidad de Houston[4], comprendió la importancia del descubrimiento, y se puso a trabajar arduamente en el tema con la colaboración de colegas de la Universidad de Alabama, lo cual resultó en que lograron encontrar un superconductor con una temperatura crítica superior a los 90 K (o sea, por encima de la temperatura de ebullición del nitrógeno líquido, lo cual era muy importante desde el punto de vista de las poibles aplicaciones). El trabajo fue publicado en tiempo récord por *Physical Review Letters*, bajo el contundente título "Superconductividad a 93K en un nuevo sistema compuesto de fases mezcladas Y-Ba-Cu-O a presión ambiente", y desencadenó uno de los estremecimientos más grande en la historia de la Física. El climax se alcanzó poco después de salir a la luz el artículo, en una reunión maratónica en Nueva York que luego se ha conocido como "El Woodstock de la Física", recordando el legendario festival de rock de 1969[5]. Pronto se hizo clara para todos la importancia del oscuro artículo de Bednorz y Muller, los cuales recibieron el Nobel del Física en el año 1987.

[4] Ver artículo "El Nobel de Física 2003: ¿justicia tardía?
[5] Ver artículo "Deformaciones placenteras"

Aunque la mayor parte de las revistas científicas publican resultados en una rama específica de la ciencia, existen revistas que publican artículos de todas las ramas de las ciencias naturales. Entre ellas destacan *Nature* (FI02=27,95; <FI>=16,07) y *Science* (FI02=23,33; <FI>=14,68), caracterizadas, entre otras cosas, por rechazar entre el 90 y 95% de los manuscritos que reciben, y por el gran peso de decisión de sus editores. Más allá de los valores numéricos de sus factores de impacto, existe consenso de que son las dos revistas más prestigiosas en el campo de las ciencias naturales. Según estadísticas de 1994, aproximadamente el 85% de los artículos publicados en *Science*, por ejemplo, estaban concentrados en autores de una "élite" de países: Estados Unidos (~20%), Inglaterra (~17%), Francia (~15%), Alemania (~14%), Canadá (~12%) y Japón (~7%). Potencias científicas como Rusia ó China contribuían modestamente al resto. ¿Hasta qué punto influye en estos resultados el "brain drain" hacia los países más desarrollados? ¿Hasta qué punto influye que el idioma de estas revistas sea el inglés?. Estas son preguntas realmente difíciles de responder.

Lo cierto es que, en el mundo científico, la frase "publish or perish" (publicar ó perecer) refleja muy bien la cotidianidad del trabajo científico en muchos países. De un modo u otro, creo en la utilidad de la publicación en revistas científicas con arbitraje, siempre que se respete un conjunto de normas éticas fundamentales, entre las que están *no cometer plagio, no adulterar resultados científicos, y reportar como autores los investigadores que realmente han contribuido al trabajo*. Además de la repulsa de la comunidad científica, publicar sin atender a las reglas de la ética puede acarrear comentarios altamente vitriólicos como éste, dirigido por el afamado físico Wolfang Pauli a un colega: "A mí no me importa que usted piense con lentitud: lo que me importa es que usted publica más rápido que lo que piensa".