

## REPERCUSIÓN DE UN DESCUBRIMIENTO *BIG SCIENCE*, DE ACUERDO A DOS MODELOS DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA: EL CASO DEL *QUARK TOP*\*

María Elena Luna Morales<sup>1</sup> y Francisco Collazo Reyes<sup>2</sup>

**Resumen:** Se presenta un análisis bibliométrico de la repercusión, medida en publicaciones y citas bibliográficas, del descubrimiento de la partícula elemental *quark top*, llevado a cabo en un ambiente de investigación experimental *Big Science* por la colaboración científica multi-institucional DO (Detector 0), durante el periodo de 1994 al 2002, que corresponde a la participación de investigadores mexicanos en esta disciplina. La metodología consiste en la identificación y recopilación de los trabajos y citas existentes en dos sistemas de información: SPIRES y SCI. El primero es representante del modelo de comunicación científica informal y el segundo del formal. Los patrones de publicación y citación resultantes de ambos modelos de comunicación fueron comparados, arrojando resultados que presentan un proceso de publicación-citación doble e independiente, uno basado en las versiones *e-print* de los documentos y otro en las versiones definitivas publicadas en revistas científicas.

**Palabras claves:** física de partículas elementales, *quark top*, colaboración científica DO, modelos de comunicación científica, México.

**Abstract:** We present a bibliometric analysis of the impact measured in terms of publications and citations associated to the discovery of the elementary particle *top quark*, which was reached in an environment of *Big Science* experiments performed by the multi-institutional collaboration DO (Detector 0). We consider the period from 1994 to 2002, which corresponds to the participation of Mexican researchers in this *Big Science* discipline. The methodology used includes the identification and compilation of papers and existing citations of two information systems: SPIRES and SCI. The former is a representative of the informal model of scientific communication and the latter of the formal one. The resulting patterns of publication and citation of both models of communication were compared; our results identify a process of double publication-citation: one based on the versions of e-prints of the documents and another one on the final versions of the papers published in scientific journals.

**Keywords:** elementary particle physics, top quark, scientific collaboration DO, scientific communications models, México.

---

\* Una versión preliminar de este trabajo se presentó en el II Seminario Internacional sobre Estudios Cuantitativos y Cualitativos de la Ciencia y la Tecnología «Prof. Gilberto Sotolongo Aguilar», celebrado en el marco de INFO 2004 en La Habana (Cuba).

<sup>1</sup> Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad de Servicios Bibliográficos. Correo-e: elena@lcsb.cinvestav.mx.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Biblioteca de Ciencias Exactas, Departamento de Física. Correo-e: collazo@gala.fis.cinvestav.mx.

Recibido: 30-9-04; 2.<sup>a</sup> versión: 10-12-04.

## Introducción

*Top* y *quark* son dos modestas palabras, que refieren aspectos ordinarios. La primera tomada del inglés que significa superior, más alto o principal (1), y la segunda que se refiere a queso fresco, o cuajo (2) tomada del alemán por M. Gell-Mann, quien la seleccionó de un pasaje de la novela *Finnegan's wake*, escrita por James Joyce en 1939 (3), para nombrar a las partículas elementales más pequeñas existentes en el Universo, que constituyen los bloques fundamentales de los núcleos atómicos de toda la materia (4). En este nuevo contexto, los científicos convirtieron la palabra quark en un referente importante de la física del siglo XX, dando lugar al submundo quark, conformado por agentes (partículas elementales) y fuerzas, interactuando en la estructura *quark* de la materia (5).

Las partículas *quarks* representan piezas vitales en el modelo teórico actual que sirve de base a los científicos para explicar cómo interactúan en el mundo subatómico, los elementos y las fuerzas subyacentes que gobiernan la composición de toda la materia existente en la naturaleza. En este mundo de lo infinitamente pequeño, descubierto y recreado por los físicos en forma experimental, los *quarks* cohabitan con los leptones como las familias de partículas más básicas que al combinarse forman partículas más grandes como son los protones y los neutrones (6, 7).

Los seis *quarks* conocidos existen interactuando entre ellos por parejas ó generaciones: 1) *ups* y *downs*, 2) *charms* y *strangers*, y 3) *tops* y *bottoms* (8, 9), y junto con la familia de seis leptones, incluido el electrón, conforman la tabla periódica actual de los elementos que representa la última estructura de la materia (7), a partir de la cual se puede, en principio, entender todo el cosmos (10). Doce elementos identificados, clasificados y caracterizados en la física de altas energías después de un siglo de investigaciones teóricas, búsquedas experimentales y sofisticados desarrollos tecnológicos, incrementados a partir del descubrimiento de la primera partícula elemental, el electrón, en 1897 y completados con la observación del *Quark Top* (QT) en 1995. La búsqueda del QT se incrementó en distintos proyectos a partir de las evidencias experimentales indirectas de su existencia, hechas con base en el descubrimiento de su partícula par, el quark bottom (QB), en Fermi *National Accelerator Laboratory* (FERMILAB) en 1977 (9), sin mucho éxito (8). Se requirió de una estrategia propia de la ciencia desarrollada a gran escala, utilizada previamente en el descubrimiento de la partícula W. Bosson en 1983 (11), en el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), que consistió en apoyar dos proyectos rivales CDF (Colisionador Detector de FERMILAB) y DO (Detector 0 de FERMILAB), compitiendo por el financiamiento y los resultados en el mismo frente de investigación, compartiendo la misma institución sede (FERMILAB) y el instrumental científico reunido en el TEVATRON, colisionador de mayor energía en el mundo, integrado por varios aceleradores y detectores entre ellos el CDF y el DO, construidos específicamente para cada uno de los proyectos del mismo nombre. Ambos proyectos lograron reproducir experimentalmente el QT en los primeros meses de 1995 con la participación en cada caso de un promedio de 420 científicos adscritos a 38 instituciones de seis países distintos. Los resultados fueron enviados a publicación el mismo día y publicados en la misma revista.

El tema del QT no se agotó con su observación, sigue vigente. La colaboración DO tampoco ha detenido su proceso de consolidación, pasando de una colaboración multi-institucional hacia una modalidad de organización más efectiva para desarrollar investi-

gación científica denominada colaboratorio (12) o laboratorio virtual (13, 14, 15). Éste consiste en la complementación de los espacios físicos utilizados para el trabajo experimental de laboratorio, la organización y administración, desarrollado centralmente en la institución sede, con un contexto virtual, conformado por una sofisticada red de trabajo global (16), como un sistema de acceso secuencial a meta-datos (SAM) (17), que organiza los recursos, el trabajo y la interacción a distancia de una comunidad dinámica de 600 miembros en colaboración, ligando 81 instituciones en una geografía internacional de 18 países y 4 continentes (18). Ello a través de distintas arquitecturas computacionales globales para aplicaciones heterogéneas de comunicación y transferencia de información, acceso y distribución de datos, procesamiento, análisis y visualización de datos, simulación de experimentos, disponibilidad de recursos de *hardware*, actividades de entrenamiento en equipos específicos, *software* y actividades de administración y monitoreo (19). Servicios proporcionados por una estructura de 56 estaciones de trabajo y 900 nodos distribuidos en todo el mundo (20), algunos operando como centros regionales de análisis que integran recursos propios y externos a la colaboración.

El proceso de formación de la colaboración DO incluyó diferentes etapas (21). En este trabajo nos referimos al periodo que tiene que ver con la participación de instituciones mexicanas en el proyecto de colaboración, que abarca las etapas de toma de datos I y II: la primera corresponde al periodo 1992-1996, destinada al desarrollo de experimentos, toma de datos y publicación de resultados orientados a la búsqueda y observación del QT, ocurrida en 1995. La segunda iniciada en 1997, incluye aspectos técnicos de actualización y mejoras del acelerador DO, así como la búsqueda de resultados en un tema más amplio, conocido como la física del *quark top*.

Cada una de estas etapas está acompañada de procesos de publicación y citación, dados a conocer previamente a su publicación definitiva, en un nuevo régimen de comunicación electrónica de información científica, basado en la consolidación de una cultura tradicional de preferencia por el *e-print* como canal primario de comunicación en la Física de Partículas Elementales (FPE), como una modalidad de comunicación previa a los procesos de arbitraje de la publicación formal e independiente a las estructuras del sistema editorial comercial de las revistas científicas. Con el objeto de probar la existencia de un proceso doble de publicación-citación e identificar sus características, comparamos los patrones de producción e impacto científicos correspondientes al periodo 1994-2002, de la investigación del DO, que incluye la participación mexicana, a partir de las publicaciones y las citas registradas en dos sistemas de información: *Science Citation Index (SCI)* y *Stanford Public Information Retrieval System in High Energy Physics (SPIRES-HEP)*, correspondientes a modelos de comunicación científica distintos. De acuerdo con Garvey/Griffith (7), el primero representa el modelo tradicional de comunicación formal cuyos mecanismos principales de reproducción son las revistas científicas y sus sistemas de arbitraje, donde los servicios de índices como el SCI se construyen a partir de la literatura científica aceptada para su publicación en revistas. SPIRES-HEP forma parte del modelo de comunicación científica informal, dedicado a la cobertura de literatura científica no publicada, disponible como documentos *e-print* en servidores electrónicos y en las bibliotecas de los centros experimentales existentes en el área de FPE (22).

Los patrones de publicación y citación resultantes de ambos modelos de comunicación fueron comparados, primero, de acuerdo a los criterios de la comunicación informal, que incluye literatura y citas no publicadas y, en segundo lugar, restringido a trabajos y

citas publicados en revistas analizadas por el SCI. Los resultados presentan un proceso de publicación-citación doble, uno basado en las versiones *e-print* de los documentos y otro en las versiones definitivas de los trabajos publicados en revista científicas.

## Materiales y método

Fuentes de información:

- Science Citation Index (SCI).
- Stanford Public Information Retrieval Systems-High Energy Physics (SPIRES-HEP).
- Acervos de revistas. Biblioteca de Ciencias Exactas-CINVESTAV.

Herramientas:

- Administrador de bases de datos (Access).
- Programas de interfase para desagregar la información por campos.

## Método

Se identificaron e integraron en una base de datos los trabajos y las citas bibliográficas correspondientes a resultados experimentales reportados por la colaboración DO y que incluyen la participación de científicos mexicanos, de acuerdo a los registros de los sistemas SCI y SPIRES, en el periodo de 1994-2002.

Se realizaron dos comparaciones: una con el total de trabajos y citas reportadas por cada uno de los sistemas y otra donde se consideraron únicamente los trabajos publicados en revistas incluidas en el SCI, y las citas hechas en fuentes publicadas. La comparación de las citas hechas a los mismos trabajos, en sus versiones *e-print*, registradas en SPIRES y las definitivas, en SCI, se realizó consultando directamente cada una las versiones de los trabajos.

## Resultados

### *Comparación 1. Criterios del modelo de comunicación informal: SPIRES*

Como se muestra en la tabla I, SPIRES reporta un total de 823 trabajos correspondientes a la Colaboración DO, ingresados al sistema como documentos *e-print*; de éstos, 286 han sido publicados con el tiempo (212 en revistas y 74 en memorias de congresos). 537 permanecen como *e-prints*: 518 presentados como congresos y conferencias, 3 tesis, 15 experimentos y un reporte técnico. De los 212 trabajos en revistas, 119 se encuentran publicados en títulos incluidos en el SCI. Los 823 trabajos recibieron 5.409 citas; de éstas el 53% (2.849) provienen de trabajos publicados (2.804 de artículos de revistas y 45 en memorias de congresos); el 43% (2.360) de las citas se encuentran como *e-prints*, a trabajos no publicados (2.229 en conferencias, 182 en tesis, 116 en experimentos y 33 en reportes técnicos).

**Tabla I**  
**Trabajos y citas DO**

Años	SPIRES		SCI	
	Trabajos	Citas	Trabajos	Citas
1994	92	229	3	33
1995	99	446	13	134
1996	149	715	12	319
1997	88	673	10	340
1998	86	711	17	350
1999	96	773	20	368
2000	65	690	17	370
2001	88	632	17	416
2002	60	540	10	348
Total	823	5.409	119	2.678

Por su parte, el SCI incluye 119 trabajos sobre la Colaboración DO, existentes también en SPIRES como *e-prints*, publicados en las revistas *Physics Review Letters*, *Physics Review D*, *Physics Letters B*, *Nuclear Instruments Methods A* y *Nuclear Physics B Proceedings Supplements*. Estos trabajos recibieron 2.678 citas, hechas en 65 títulos de revistas especializadas en física de altas energías y áreas afines, con una alta concentración de citas en los mismos títulos donde se encuentran publicados los trabajos.

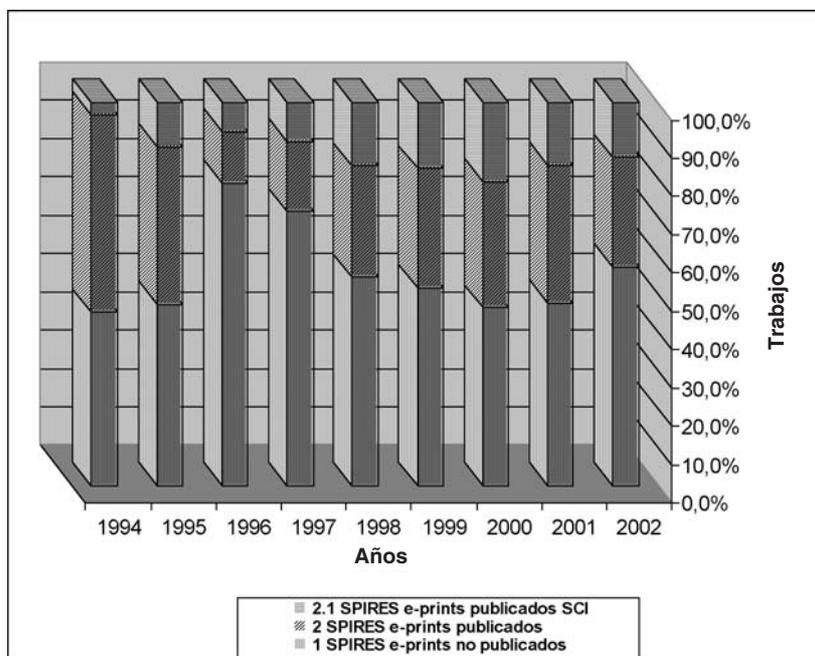
Las diferencias entre 823 y 119 trabajos, y entre 5.409 y 2.678 citas mostradas en la tabla 1, identificadas en los sistemas SPIRES y SCI, presentan procesos de publicación-citación previos y posteriores a la publicación con diferencias cuantitativas importantes, de siete a uno en el primer caso y de dos a una en el segundo.

La cobertura hecha por SPIRES de la literatura generada en torno a la colaboración DO, permite identificar también la correspondiente a la del SCI, como lo muestra la división 3 de las columnas de la figura 1. Que presenta un patrón de publicación con las siguientes características: está basado en las versiones *e-print* de los documentos, donde el 65% permanece en esta misma condición, el 35% se logra publicar en memorias de congresos o en revistas científicas y de estos últimos el 14% se encuentran en fuentes indizadas por el SCI.

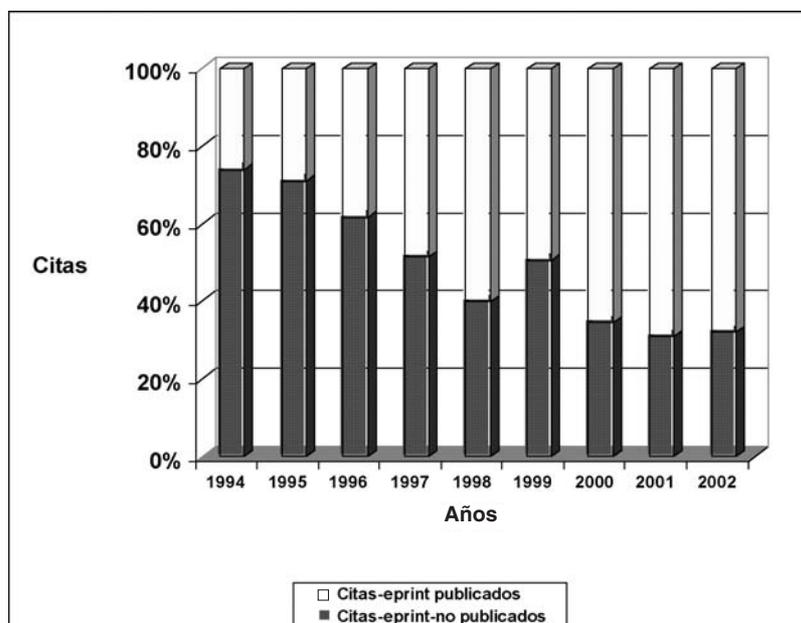
En este patrón se advierte que el descubrimiento del QT en 1995, provocó un importante crecimiento, tanto en la literatura como en las citas, durante el año del hallazgo y los años posteriores, mismo que se encuentra documentado en SPIRES como trabajos *e-print*, que corresponden principalmente a conferencias ofrecidas por miembros de la Colaboración DO, relacionadas con los resultados experimentales encontrados, presentadas en reuniones científicas. Como se puede ver en la misma tabla I, este crecimiento también fue advertido en menor medida por el SCI, principalmente en el mismo año del descubrimiento.

El patrón de citación de la colaboración DO, correspondiente a trabajos citantes *e-print*, muestra que la preferencia por los trabajos no publicados en los primeros años del análisis, cambió consistentemente a lo largo del periodo analizado hasta invertir la proporción de las preferencias por los trabajos publicados, como se muestra en la figura 2.

**Figura 1**  
**Patrón de publicación de la colaboración DO**



**Figura 2**  
**Patrón de citación SPIRES de la colaboración DO**



*Comparación 2. Criterios del modelo de comunicación formal SCI*

La tabla II muestra la comparación de las citas recibidas por los mismos 119 trabajos, en dos circunstancias distintas. Primero, en las versiones *e-print* cubiertas por el sistema SPIRES y, segundo, como trabajos definitivos publicados en revistas y la cobertura de citas del SCI. Los trabajos recibieron 2.349 citas en SPIRES y 2.678 en SCI. Los resultados muestran que el SCI cuenta con una mayor cobertura en cada uno de los años del periodo analizado, sumando una diferencia total de 329 (14%) citas más, con respecto a la cobertura de SPIRES, mismas que se encuentran en trabajos del área pero que no existen como versiones *e-print* o en revistas correspondientes a disciplinas distintas a la física, de tipo multidisciplinarias, de divulgación científica o en trabajos de revisión.

**Tabla II**  
**Citas reportadas por los sistemas**  
**SPIRES y SCI**

Años	Trabajos	Citas SPIRES	Citas SCI	Diferencia
1994	3	21	33	12
1995	13	84	134	50
1996	12	265	319	54
1997	10	291	340	49
1998	17	338	350	12
1999	20	312	368	56
2000	17	349	370	21
2001	17	348	416	68
2002	10	341	348	7
Total	119	2.349	2.678	329

La tabla III muestra los resultados de la comparación entre las citas reportadas por ambos sistemas para cada uno de los 119 trabajos analizados. Por un lado, de las 2.349 citas localizadas en la versión *e-print* de SPIRES, 1.905 (81%) se encuentran entre las mismas reportadas por la cobertura del SCI y 444 (19%) son distintas. Por otro lado, de las 2.678 citas encontradas en el SCI, 2.091 (78%) se encuentran entre las reportadas por la cobertura de SPIRES y 587 (22%) son diferentes. De acuerdo a los criterios de considerar sólo trabajos y citas hechas en fuentes publicadas, los procesos de citación previos y posteriores a la publicación presentan diferencias considerables de un 20%. Que tienen que ver, tanto con la diferencia en las coberturas de fuentes de los sistemas, como en las diferencias entre las referencias incluidas entre las versiones *e-print* y las publicaciones definitivas.

**Discusión**

La comunidad FPE ha desarrollado una importante cultura por el trabajo colectivo de investigación, la colaboración científica y el libre acceso a los recursos de información. En este ambiente, el ejercicio de su práctica científica ha dado lugar a un nuevo

**Tabla III**  
**Comparación de las citas registradas en**  
**ambos sistemas:**  
**SPIRES y SCI**

<i>Años</i>	<i>Trabajos</i>	<i>Citas SPIRES</i>	<i>Citas SCI</i>	<i>Diferencia</i>
1994	21	0	33	0
1995	84	7	134	31
1996	265	34	319	57
1997	291	42	340	53
1998	338	88	350	76
1999	312	63	368	101
2000	349	55	370	72
2001	348	69	416	103
2002	341	86	348	95
Total	2.349	444	2.678	587

modelo de comunicación científica (23), que anida procesos dobles de publicación-citación, uno previo y otro posterior a la publicación formal (24), que complementan las necesidades de información de la comunidad científica del área. En este marco, el descubrimiento del QT y su etapa posterior también ocurrieron acompañados de un doble régimen de publicación-citación, operando de manera independiente uno del otro y con coberturas y resultados distintos sobre el mismo hecho científico. La repercusión del descubrimiento del QT registrada por el sistema SPIRES está basado en las versiones tempranas de documentos, dados a conocer previamente a los procesos formales de publicación, y la del SCI a partir únicamente de trabajos seleccionados por sistemas de arbitraje y publicados en revistas escogidas por el propio SCI.

Las diferencias cuantitativas, resultantes entre ambos sistemas, confirman que más de la mitad de la literatura y citas científicas generadas en relación al descubrimiento del QT y la etapa posterior al mismo, es menospreciada (25) por el modelo tradicional de comunicación científica en que opera el SCI y, por lo mismo, se encuentra ausente de sus índices bibliográficos comerciales y oculta a los sistemas de evaluación, promoción y desarrollo de indicadores en ciencia y tecnología, desarrollados generalmente en base a trabajos publicados.

Las diferencias cuantitativas de cobertura de trabajos en favor de SPIRES, explican la pertinencia de su existencia en esta área y su utilidad como una herramienta única para documentar los procesos de producción, comunicación y citación que acompañan la búsqueda y descubrimientos de hechos científicos en esta área. En este ámbito, los servicios de información basados exclusivamente en la cobertura de literatura publicada, como es el caso del SCI, se han visto rebasados por la nueva cultura y las facilidades de acceso y distribución de recursos de información impulsados principalmente desde las circunstancias de las disciplinas *Big Sciences*, como es el caso de la física de altas energías, que ha desarrollado una de las modalidades de publicación, distribución y citación de información más efectivas y representativas de los nuevos modelos de comunicación científica.

El incremento de literatura más importante registrado por el SCI, como consecuencia del hallazgo del QT, ocurrió en el mismo año de su descubrimiento, y en el sistema SPIRES un año después, provocando un incremento repentino de trabajos, concentrados en 1996. La brevedad del impacto registrado en SPIRES tiene que ver con el hecho de que el QT fue un descubrimiento ampliamente anunciado, que sirvió para confirmar las tesis sobre su existencia, como el último elemento del mundo subatómico en ser verificado y su descubrimiento valida perfectamente (26) la concordancia del mundo explicado en el modelo teórico estándar, que describe la concepción internacionalmente aceptada de cómo está hecho el Universo (27). En este sentido, el impacto se reflejó principalmente en actividades de divulgación, reflexión y asimilación de los resultados experimentales, llevadas a cabo en eventos académicos y de investigación en forma de pláticas y conferencias. Este periodo de intensa actividad entre los miembros de la comunidad se encuentra documentado principalmente en el sistema informal de comunicación, de documentos *e-print*.

De acuerdo con ambos sistemas los niveles de producción científica anual sobre el QT no disminuyeron en el periodo estudiado, lo que significa que la literatura sobre este tema no se agotó con su observación experimental. Los millones de datos reunidos en torno a su búsqueda y observación resultaron, por un lado, insuficientes para desentrañar todas sus propiedades e interrelaciones y, por otro lado, generaron nuevas preguntas y líneas de investigación. En este sentido, el tema evolucionó de la búsqueda de un evento experimental particular a la consolidación de un tema de investigación más amplio, la física del *quark top* (27, 28), que expandió su interés a distintos frentes de investigación, mismos que mantuvieron constante la presentación y publicación de resultados registrados en ambos sistemas.

El uso de *e-prints* en los procesos de publicación-citación es una práctica muy consistente entre los científicos del área que incluye también los trabajos más importantes. Por ejemplo, los resultados obtenidos por las colaboraciones CDF y DO que reportan el descubrimiento experimental del top quark, fueron dados a conocer como versiones *e-prints* en el mes de marzo de 1995, un mes antes de su publicación formal en la revista *Physics Review Letters*.

El proceso de citación en torno al descubrimiento del QT ocurrió influenciado, en términos generales, por las mismas circunstancias y características del doble régimen de publicación, dando lugar a dos versiones distintas sobre el impacto del QT en citas: una documentada en SPIRES y otra en SCI. La comparación de ambos patrones de citación nos permitió precisar, que estos procesos ocurren de manera independiente y se alimentan de fuentes de información y coberturas distintas. En este sentido, las diferencias resultantes de la comparación de citas hechas a los mismos trabajos en las versiones *e-print* y definitivas, indica, por un lado, que el sistema de citación de SPIRES está estructurado exclusivamente a partir de las referencias presentes en la primera versión de los trabajos enviados por los autores a los servidores electrónicos y, por otro lado, el SCI sólo da cuenta de las referencias existentes en las versiones finales de los documentos. Ello significa que ninguno de los dos sistemas puede presentar por separado la visión completa del proceso de citación del área, que es necesario reconstruirla a partir de los dos sistemas. En este sentido, las coberturas de ambos sistemas resultan complementarias para el caso de las citas en el área.

## Conclusiones

El descubrimiento del QT cuenta con dos versiones distintas acerca de su repercusión en términos de publicaciones y citación, documentadas de manera independiente conforme a las fuentes y coberturas propias de dos modelos de comunicación científica distintos.

Los mecanismos de selección y cobertura de literatura del SCI como parte del modelo de comunicación científica tradicional, presentan una versión documental incompleta del descubrimiento del QT.

Los *e-print* son piezas documentales indispensables para la reconstrucción de los hechos científicos en el área de FPE como es el caso del QT.

## Referencias

1. Nuevo diccionario Cuyas: inglés-español y español-inglés. New Cork: Appleton, 1972, p. 616.
2. Diccionario Técnico: alemán-español. Barcelona: Herder, 1980, p. 847.
3. RODGERS, P. The many worlds of Murray Gell-Mann. *Physics World*, 2003. Disponible en (<http://physicsweb.org/article/world/16/6/2/1>) (Consulta: 01/04/04).
4. GELL MANN, M. The Quark and the Jaguar. New York: W. H. Freeman, 1994. Disponible en <http://www.santafe.edu/sfi/People/mgm/mgmquark.html>, (Consulta: 01/04/04).
5. JACOB, M. The Quark Structure of Matter. Singapore: World Scientific, 1992, 50. 60 p.
6. PÉREZ ANGÓN, M. A. ¿Y después del quark t qué sigue? *Avance y Perspectiva*, 1994, 13, 199-204.
7. HURD, J.M. High Energy Physics. En: Y. Crawford Susan, Julie Hurd y Ann C. Weller (comp.), *From Print to Electronic: the Transformation of Scientific Communication*. Medford, NJ: American Society for Information Science, 1996, pp. 1-8.
8. HERRERA CORRAL, G. A la espera del *quark top*. *Avance y Perspectiva*, 1994, 13 (mayo-junio), 141-148.
9. WIMPENNY, S. J. The Top Quark. *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, 1995, 46, 149-195.
10. YNDURAIN, F.J. *Relativistic Quantum Mechanics and Introduction to Field Theory*. Berlin: Springer-Verlag, 1996, 125 p. (Texts & Monographs in Physics).
11. KRIGE, J. Distrust and discovery: the case of the heavy bosons at CERN, *ISIS*, 2001, 92,517-540.
12. WULF, W.A. The Collaboratory Opportunity. *Science*, 1993, 261: 854-855.
13. BAIR, R.A. Building Electronic Scientific Communities. En: *Impact of Advances in Computing and Communications Technologies on Chemical Science and Technology: report of a Workshop*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1999. Disponible en: <http://books.nap.edu/openbook/0309065771/html/index.html> (Consulta: 01/04/04).
14. HURD, J.M. Models of Scientific Communication Sytems. En: Susan Crawford; Julie M. Hurd y Ann C. Weller (comp.), *From Print to Electronic: the Transformation of Scientific Communication*. Medford, N.J: American Society for Information Science, 1996, pp. 9-33.
15. OLSON, G.M.; Finholt, T.A. y TEASLEY, S.D. Behavioral Aspects of Collaboratories. En: *Electronic Collaboration in Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2000, pp. 1-13.
16. BARANOVSKI, A. y otros. The SAM-GRID Project: Architecture and Plan. *Nuclear Instrument Methods A*, 2003, 502: 423-425.
17. LUEKING, L. y otros (Collaboration DO). DO Regional Analysis Center Concepts. En: Conference for Computing in High-Energy and Nuclear Physics (La Jolla, California, 24-28 Mar 2003. 2003, FERMILAB-CONF-03-208-E Jun 2003, 5 p.

18. YIP, K. (Collaboration DO). DO Data Handling Operational Experience. En: Conference for Computing in High-Energy and Nuclear Physics (La Jolla, California, 24-28 Mar 2003). 2003, FERMILAB-CONF-03-207-E, pp. 6.
19. LLOY, S. Building the next IT revolution. Available from: Physics World, 2003, Disponible en: <http://physicsweb.org/article/world/16/10/3>, (Consulta: 01/03/04).
20. TEREKHOV, I. Distributed Processing and Analysis of Physics Data in the DO SAM System. FERMILAB. FERMILAB-TM-2156, 2001, pp. 9.
21. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, A. The Latin American Collaboration in DO. En *Particles and fields* (7th: Mérida Yucatán, Mexico: November 10-17, 1999). Melville: American Institute of Physics, 2000, pp. 263-266.
22. WELLER, A.C. Editorial Peer Review for Electronic Journals: current Issues and Emerging Models. *Journal of the American Society Information Science*, 2000, 51(14): 1328-1333.
23. GARVEY, W.D. y GRIFFITH, B.C. Communication and information processing with in scientific disciplines: empirical findings for psychology. *Information Storage and Retrieval*, 1972, 8, 123-126.
24. HARNAD, S. Eprints: Electronic Preprints and Postprints. Encyclopedia of Library and Information Science. England: Marcel Dekker, 2003, Disponible en: <http://www.cogsci.soton.ac.uk/harnad/Temp/eprints.htm> (Consulta: 03/06/03).
25. BROWN, C. The Coming of Age of E-Prints in the Literature of Physics, 2004. Disponible en: <http://www.library.ucsb.edu/instl/01-summer/refereed.html>, (Consulta: 21/06/04).
26. HERRERA CORRAL, G. Al encuentro del quark top. *Avance y Perspectiva*, 1994, 13 (julio-agosto), 195-198.
27. CHAKRABORTY, D.; KONIGSBERG, J.; RAINWATER, D. Top-Quark Physics. *Annual Review of Nuclear Particle Science*, 2003, 53, 301-351.
28. JOHNS, K. y otros (Collaboration DO). To Quark Physics at DO. In Topical Conference on Hadron Collider Physics (14th; Karlsruhe, Germany, 29 September, 2002), 2002, 289-295. Disponible en: <http://arxiv.org/list/cs/0212>, e-Print: Archive: cs.dc/0306115.