



## La literatura de la ciencia

Tobias Mojica Ph.D. Instituto de Genética. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia

El avance del conocimiento es, un proceso acumulativo. Los sabios de una generación construyen sobre las bases puestas por sus predecesores. Para la ciencia esto es una verdad muy profunda. El progreso científico depende de la acumulación de nueva información (hechos cuantitativos) y de su interpretación (hechos cualitativos) en términos de leyes naturales que implican fenómenos previamente separados. El reconocimiento de tales leyes naturales abre a su vez nuevas avenidas de progreso científico. Algunas leyes por ejemplo las leyes Newtonianas del movimiento, o la evaluación Einsteniana de la relación entre masa y energía pueden ser fundamentales a toda la ciencia. Otras leyes (por ejemplo la ley de proporciones múltiples) pueden traer orden a campos relativamente pequeños.

Todas las leyes se combinan para dar una base firme al avance teórico. En un sentido muy real, el científico de hoy obtiene sus resultados porque escudriña nuevos horizontes «parado» en el firme territorio establecido por sus predecesores. El éxito de tal proceso acumulativo depende del almacenamiento sistemático de nuevas observaciones tal que en el futuro uno pueda referirse a ellas libremente (recuperación de la información). Así, la información escrita siempre ha sido de importancia excepcional a la ciencia;

todavía lo es pero su gran masa (para no mencionar su baja calidad) ha empezado a generar problemas... nuevos...serios.

### LOS PRIMEROS ESCRITOS CIENTÍFICOS

Bajo los Ptolomeos (reyes macedonios de Egipto) Alejandría llegó a ser la ciudad más grandiosa del mundo antiguo. Su biblioteca, que almacenaba todo el conocimiento de la época, era su tesoro más rico y atrajo a muchos sabios; Euclides, Arquímedes, Hiparco, Eratostenes y Apolonio de Perga entre otros. Los libros eran verdaderamente interdisciplinarios (incluyendo campos tan diferentes como astronomía, geografía, matemáticas y gramática). No era todavía la época del especialista. Al otro lado del Mediterráneo se levantaba el imperio romano al cual llegaron a pertenecer tanto Egipto como Grecia. El legado de Roma fue enorme; incluido el idioma común a la mayoría de los sabios durante muchos siglos. La pérdida del latín como lenguaje común de la ciencia, aunque inevitable, fue muy grande. Quizás el inglés lo reemplace algún día, pero aun existe una gran masa de literatura científica (de los siglos XVIII, XIX y parte del XX) en lenguajes que no son fácilmente entendidos por aquellos para quienes podría tener significado.

### CIENCIA ÁRABE

Aun en el mundo antiguo el latín no fue la *lingua franca* de todos los sabios. A medida que disminuía el poder de Grecia y Roma tomaba auge un nuevo movimiento intelectual en el Oriente. El imperio árabe se extendió desde el río Indo hasta los Pirineos y su inicio podría fecharse en el año 622 cuando Mahoma y sus seguidores dejaron la Mecca para instalarse en Medina. Los árabes fueron a la vez conquistadores crueles y patronos del conocimiento y la cultura, impulsaron la experimentación, a diferencia de los griegos quienes consideraban el trabajo experimental mucho menos importante que la especulación. El imperio árabe produjo sabios (e.g. Rhazes, Avicenna y Geber) de la talla de aquellos de la antigüedad clásica, que en muchos casos abarcaban el total del conocimiento humano y que usaron el arábigo como lenguaje común. El sistema de notación numérica que llamamos arábigo fue importado de la India. Las consecuencias para la ciencia fueron profundas. Cuando el enfoque cuantitativo se volvió crucial, la numeración arábigo suministró un método flexible de calcular, que incluía el cero y los decimales, que ni existían ni eran posibles en la notación numérica romana.

El imperio árabe tiene la reputación de haber destruido, en un acto de conquista, la gran biblioteca de Alejandría, que para entonces debía ser solo una sombra de su antiguo fulgor, pues los conquistadores romanos habían empezado su aniquilación muchos años antes. El imperio árabe construyó una gran biblioteca en Córdoba, la cual tenía en el año 1000 no menos de medio millón de libros (como un punto de comparación cuantitativa la biblioteca de la Universidad Nacional de Colombia tiene alrededor de 24000 libros). Se establecieron, en otros puntos del imperio árabe, otras bibliotecas de magnitud similar. Muchos de los libros eran de origen árabe, pero muchos eran traducciones al arábigo de las principales obras clásicas en Latín y en Griego. La acumulación de literatura «científica» en arábigo que utilizaba notación matemática arábiga, tuvo un significado profundo para el desarrollo de la ciencia occidental la cual había languidecido debido a dos causas principales; el vacío cultural dejado por la caída del imperio romano (lo cual, para detrimento del avance científico rompía la continuidad de toda la literatura) y la represión de la iglesia hacia el pensamiento original. Se fundaban universidades cuyo propósito era el de pasar el conocimiento existente y no el de extender sus fronteras. La búsqueda de nuevas verdades era una ocupación casi siempre peligrosa y para el renacimiento lo que pasaba por «ciencia» debía parecerse mucho a lo que llamamos magia.

El progreso no fue completamente eliminado; gradualmente llegó a Europa el conocimiento de los grandes avances árabes. Por ejemplo, en Toledo (recapturada de los moros en 1105) y en Santiago de Compostela se establecieron colegios

de traductores para traducir obras arábigas al latín, pasando, con frecuencia, por el Castellano. Sicilia (capturada por los Normandos en 1091) fue otro centro importante para la difusión del conocimiento árabe hacia Europa. El imperio árabe no llegó hasta la China pero tuvo nexos importantes. Se trajo a Europa, entre otras cosas, la imprenta. En 1400 se imprimía con bloques fijos en Italia y en Alemania. Para mediados del siglo XV Guttemberg imprimía con tipos móviles en Maguncia.

## LA CIENCIA Y EL RENACIMIENTO

Los grandes movimientos históricos arriba bosquejados fueron de importancia fundamental al desarrollo de la ciencia moderna y por lo tanto a su base, la literatura. Después de siglos de virtual estancamiento se empezaba de nuevo a cuestionar ideas viejas y establecidas. El renacimiento debe su nombre al hecho de que representaba un RENACER de los valores espirituales e intelectuales del viejo mundo. El conocimiento acumulado y la sabiduría del pasado (griego, romano, árabe y, en cierto grado, oriental) se hicieron accesibles en un lenguaje entendido por todos los hombres educados y, debido a la imprenta móvil, en una extensión no alcanzada previamente. Europa occidental se volvió el foco de todas las fuerzas que conducían a un RENACIMIENTO científico.

El cambio fue gradual. Era una edad de comunicación lenta y las fuerzas represivas no se rendían fácilmente, así lo atestiguan Giordano Bruno, Galileo Galilei y muchos otros seguidores de las nuevas mecánicas celestiales. Hasta el siglo XVII la literatura científica consistía principalmente de libros, muchos triviales, repetidos o errados (características comunes de la

literatura científica contemporánea) pero también incluían obras grandiosas que afectaron poderosamente la dirección del pensamiento humano. Entre estos se pueden mencionar de «*Revolutionibus Orbis*» de Nicolás Copérnico, «*Principia Matemática*» de Isaac Newton y la «*Humani Corporis Fabrica*» de Andrea Vesalio. A medida que mejoraron las comunicaciones los científicos con intereses comunes se comunicaron por carta.

## LAS SOCIEDADES Y ACADEMIAS

La filosofía natural se volvió una actividad organizada y los filósofos empezaron a formar sociedades para el intercambio de información e ideas. Las primeras sociedades científicas fueron fundadas en Italia (Esto no debe sorprendernos, hasta el juicio de Galileo, Italia fue el epicentro de la ciencia y de la generación de cultura). Entre las más conocidas están la Academia dei Lincei fundada en 1603 y la Academia del Cimento fundada en 1657. La Academia dei Lincei o Academia de los Linceos (símbolo escogido para hacer énfasis sobre la visión aguda y clara de sus miembros) fue fundada por el príncipe Federico Cesi (un joven de 18 años) y tiene el honor de haber sido establecida antes del juicio de Galileo y de que el padre de la ciencia haya formado parte de ella. Antecede a la Royal Society (de Londres) y a la Academie des Sciences (de París) por alrededor de 60 años. Solo la pequeña sociedad siciliana, la Academia Frederick II pretende ser de fundación anterior.

Por su «creencia» en la verdad independiente de la ciencia, la Academia dei Lincei ha muerto dos veces. La primera vez con el juicio de Galileo en 1633 y fue resucitada en 1875 por Quintino Sella, un

campeón de la ciencia, después de la unificación de Italia. Sella le dio a la Academia el glorioso Pallazo Corsini en los jardines botánicos de la Universidad de Roma, muy cerca del Vaticano. En una acción, que usualmente consideramos muy valiente, la Academia nombró a Charles Darwin entre sus primeros miembros. La segunda vez murió cuando Benito Mussolini exigió de sus miembros un voto de lealtad y el tener voz y voto en el nombramiento de sus miembros. Hoy la Academia dei Lincei presenta un alto grado de osificación y de fosilización (para nosotros, debe ser un espectáculo familiar) debido principalmente a tres razones:

- a. El número de miembros es fijo (144 miembros nacionales, 144 miembros correspondientes y 144 miembros extranjeros).
- b. La edad promedio de los miembros en 1983 era de 75 años.
- c. Solo se pueden nombrar nuevos miembros a la muerte de un miembro.

La Academia del Cemento duró poco pero fue importante por la publicación sistemática de las actas de sus reuniones. La Royal Society fue fundada en 1662 y la Academie des Sciences en 1666. Estas instituciones se encargaron muy temprano de publicar revistas para diseminar el nuevo conocimiento; las Philosophical Transactions of the Royal Society, por ejemplo, se han publicado desde 1665. Con el tiempo aumentaron el alcance de la ciencia y el número de científicos. Las revistas con bases intelectuales muy amplias se volvieron inadecuadas. Se fundaron sociedades nuevas con sus propias publicaciones que querían suplir las necesidades del número creciente de especialistas. Por

ejemplo, en química, las sociedades nacionales se fundaron alrededor de la mitad del siglo XIX: Gran Bretaña en 1841, Francia en 1857, Alemania en 1866, Rusia en 1868 y Estados Unidos en 1876. Las otras disciplinas fundaron sus propias sociedades en sus propios países y con sus propias revistas.

Se incluye un nuevo continente, pues la ciencia empezaba a florecer (masivamente) en Estados Unidos. Para 1800 no había más de cuatro sociedades científicas y para 1900 (cuando florece la biología con la genética) había más de cuatrocientas. Más o menos al mismo tiempo los editores comerciales empezaron a aprovecharse de las oportunidades que se abrían con el campo científico.

Pocas revistas comerciales (pero muy importantes) hicieron su aparición, pienso que las más importantes fueron The Philosophical Magazine en 1798, la famosa revista Nature en 1869 y Science (la revista científica de mayor circulación en la actualidad) en 1833. La línea principal de publicaciones comerciales era la de libros, en parte para propósitos educativos (la enseñanza de la ciencia se establecía firmemente en las universidades), y en parte como trabajos monográficos más avanzados.

El volumen de literatura científica aumentó proporcionalmente al aumento en el número de científicos. Con el aumento en la masa de la información se hizo palpable el calvario de los científicos quienes han sido y son oprimidos profundamente por el problema de la masa de la literatura científica. Puede ser real el pensar que en el siglo XIX y la primera década del XX las diferentes disciplinas científicas seguían cursos independientes (y divergentes?). La química,

especialmente la química orgánica, abría un nuevo territorio muy rápidamente sin depender mucho de la física y viceversa. La biología estimulada por los conceptos de evolución orgánica de Darwin y de herencia de Mendel seguía también su propio camino. Al mismo tiempo había áreas importantes de actividad interdisciplinaria, por ejemplo el descubrimiento de los gases raros, los cuales, debido a que son químicamente inertes, necesitan métodos físicos de identificación y separación. También se puede mencionar el desarrollo de la bioquímica y la química de isótopos. Rutherford recibió en 1908 el premio Nobel en química y no en física.

El siglo XIX también vio un aumento drástico en la aplicación de la ciencia en la industria manufacturera, la fundación de los primeros laboratorios de investigación industrial y la correspondiente aparición de nuevas sociedades. En 1881 se fundó en Gran Bretaña, la «Society of Chemical Industry» y la «American Society for Testing and Materials» en 1898. Los gobiernos también se interesaban por el avance de la ciencia y su aplicación; en Alemania se fundó en 1883 el «Physikalisch-Technische Reichsanstalt» y en Gran Bretaña, en 1900, el «National Physical Laboratory». Todos estos institutos añadían al creciente torrente de publicaciones científicas.

## REVISTAS DE RESÚMENES (Abstract Journals)

Para principios de este siglo, la presión (y la opresión) que ejercía la literatura sobre el científico practicante ya se había hecho severa, comenzaba a tomar mucho de su tiempo. En cierto grado el problema se mitigó convirtiendo a la ciencia (y a la literatura) en compartimentos

relativamente autocontenidos. El científico podía encontrar información que le interesaría en un rango relativamente pequeño de revistas. Como rescate adicional y aun antes de 1900 empezaron a aparecer «abstract journals» que ayudaban al científico a recuperar (rápidamente?) aquellos artículos que más podían interesarle. «Science Abstracts» se comenzó a publicar (en Gran Bretaña) en 1898, «Chemical Abstracts» (en Norteamérica) en 1907 y «Biological Abstracts» (un esfuerzo internacional) en 1926. Empezaron a aparecer otros en campos más especializados. Estas revistas representaban un desarrollo importante en la tarea fundamental de mantener al científico al día en los avances más recientes en su campo.

¿Qué pasaba si el avance más importante no ocurría en su campo inmediato? El Hexacloruro de Benceno fue preparado por Michael Faraday pero solo en 1942 se descubrió la poderosa acción insecticida de su isómero gamma. El abstract es por necesidad subjetivo y el escritor puede, a menudo sin ninguna culpa, ignorar completamente un punto que puede ser vital a un lector particular. Como si fuera poco, la importancia de un artículo puede perderse si es publicado en una revista obscura como le pasó a los descubrimientos de Mendel.

Con todos los problemas mencionados los «abstract journals» fueron un evento importante y durante la primera mitad del siglo XX permitieron al investigador mantener su cabeza sobre el agua. Pero el diluvio seguía y la inundación se hacía cada vez más profunda. Se usaron varios paliativos pero después de la segunda guerra mundial la represa se rompió. Además de la expansión general, las casas

editoriales comerciales invadieron el campo de la publicación de revistas.

La edición de 1963 de «World List of Scientific Periodicals» incluye más de 60000 títulos. Tales números deben tomarse con un grano de sal. Recientemente un estudio del Institute for Scientific Information indicó que solo 565 revistas eran citadas en 75% de todas las referencias y que 2000 revistas eran citadas en 85% de todas las revistas. Todo esto parece indicar que muchas revistas que se publican ahora no desempeñan función, o que esta es solo marginal, en la transferencia efectiva de la información científica. Para nosotros puede ser aun peor. La ausencia de una masa crítica real de científicos en los países atrasados, resulta en que las pocas personas interesadas en la ciencia no hayan producido algunos de los controles de calidad, en la transferencia efectiva de información y, como consecuencia, para saber que es verdaderamente importante un científico del mundo atrasado debe, a la topa tolondra, leerse TODO el material accesible. Aun así se piensa que una colección de 1000 revistas multidisciplinarias serán suficientes en países avanzados y 500 en países atrasados.

El científico tuvo que admitir que el nuevo conocimiento era producido más rápidamente de lo que se podía digerir; a esto había que añadir el problema de los costos. Era necesario hacer algunos ajustes. Las revistas más grandes empezaron a aparecer en partes. La «Royal Society», en 1887, dividió sus «Philosophical Transactions» en las series A (Physical Sciences) y B (Biological Sciences).

## **EL COMPUTADOR Y COMO LLEGAR A LA INFORMACIÓN**

El computador (cuyo desarrollo avanzó grandemente después de la

segunda guerra mundial y que hoy parece amenazante) vino a ayudar al científico. La palabra impresa perdía la supremacía de más de 500 años. La información podía ahora:

1. Ser confiada a cintas magnéticas.
2. Ser impresa a voluntad.
3. Ser recuperada fácilmente (debido a la facilidad de programar el computador).
4. Ser combinada a voluntad (o recombinada como diría un genetista hablando de otro tipo de información).

Una verdadera revolución en potencia. Por primera vez era posible almacenar conocimiento en cantidades virtualmente ilimitadas, pero mejor aun, extraer rápidamente partes necesarias para un propósito particular. Había que introducir la información adecuada y formular las preguntas adecuadas, pero este es un asunto de praxis y no de principio. Este desarrollo era muy satisfactorio. La ciencia misma había creado los medios para salirse del pantano. Pero no todos los problemas de publicación y recuperación de la información han sido resueltos. Se han generado problemas nuevos. La verdadera tarea consiste en desarrollar una forma electrónica de comunicación basada en un entendimiento pragmático del medio y en las necesidades de los científicos.

## **PROBLEMAS ACTUALES**

Hoy en día todos los «publicadores» tienen grandes dificultades, algunas desde siempre intrínsecas a la tarea, otras de cosecha reciente. La convergencia que ha estado ocurriendo en la ciencia es un problema. Campos fructíferos de

investigación, como Biología Molecular, son multidisciplinarios. Grandes proyectos tecnológicos como la conquista de la luna o el secuenciamiento del genoma, dependen de la convergencia, en el conocimiento, de varias disciplinas diferentes. La ciencia interdisciplinaria debe tener su propio medio.

Otro problema es el alto costo que amenaza parar el flujo de información tan importante para el progreso de la ciencia. Hay muy poco que se pueda hacer, por lo menos en líneas tradicionales. Una posible provisión sería el generalizar el cobro a los autores, pro-rata. Esto tendría dos ventajas muy claras; generaría ganancias para más publicaciones y actuaría como incentivo a ser breves.

Los científicos tienden a tomar muy a pecho el lamento de Horacio «*Brevis esse labore obscurans fio*» (Cuando trato de ser breve me vuelvo ininteligible). De mi propia experiencia creo que la mayoría de los artículos científicos pueden ser acortado substancialmente sin dañar su contenido. Existe el peso de la tradición, dentro de límites amplios, ha sido el autor el que impone el paso y no hay un mecanismo establecido para contener a los autores.

## PUBLICACIONES EN MICROFORMA

Desarrollos comparativamente

recientes en «ciencia aplicada», la fotografía en este caso, han abierto nuevas posibilidades. La micro-reproducción (microfilm, microfiche, miniprint) es bien conocida y las posibilidades para la circulación primaria de información están siendo exploradas.

## LA REVISTA SINOPSIS

Un experimento relativamente nuevo y promulgado principalmente por la «Chemical Society» es la revista sinopsis que consiste en que los autores envían el texto completo de los artículos, pero solo se publican resúmenes de esos artículos. The Genetical Society of América (fundada por Morgan, el redescubridor de las leyes de la genética) hace algo parecido; «retiene» en sus archivos muchos de los datos que no imprime en los artículos. Los autores que (basados en la sinopsis) deseen leer el artículo completo pueden obtenerlo en extenso, en microficha, miniprint o microfilm, si así lo desean. En este modelo se aumenta la velocidad de publicación.

## EL PAPEL DE LAS REVISTAS DE REVISIÓN (Review Journals)

Por último debemos considerar las revistas de revisión (review journals) las cuales suministran un examen general de artículos aparecidos en un

período definido sobre un tema particular. Algunos autores tratan de ser exhaustivos, pero son usualmente críticos, poniendo énfasis en aquellos artículos que más atención merezcan. Este tipo de revista no es nuevo; en 1904 la «Chemical Society» empezó a publicar Annual Report on the Progress of Chemistry y en 1932 se empezó a publicar el Annual Review of Biochemistry. En una vena más popular se publican revistas divulgativas; la más notable es Scientific American.

Desafortunadamente el mercado se ha llenado de este tipo de revistas (¿interés del vasto público?) con poco o ningún control de calidad. Más problemas.

A medida que las disciplinas científicas tienden a convergir aumenta la necesidad de las revistas de revisión. Los científicos desean conocer lo que está pasando en otros problemas y en otros campos, por interés general (al fin y al cabo los científicos trafican en el conocimiento) y también porque siempre existe la posibilidad de encontrar, en otras áreas, el conocimiento y la inspiración necesarias para avanzar en sus propias investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Enciclopedia Británica. 1991.
- Toynbee AJ. A study of history. Londres: Oxford University Press. 1957.