

## COMO ESCRIBIR UN TRABAJO CIENTIFICO (\*)

(REPRODUCCION AUTORIZADA DE ANTIOQUIA MEDICA) (\*\*)

Robert A. Day (\*\*\*)

Escribir artículos científicos es, ante todo, un ejercicio de organización. El trabajo científico es un complejo altamente estilizado, dividido en partes claras y evidentemente distintas. Cada trabajo científico debe poseer, en orden apropiado, su Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión. Cualquier otro orden pondrá obstáculos al lector y, probablemente, también al escritor.

Un trabajo científico bien escrito tiene dos ingredientes esenciales: Organización y, dentro de los límites de ésta, lenguaje apropiado. A pesar de que la organización de un trabajo científico es relativamente sencilla, revisemos los apartes que lo integran, uno a uno.

Y -concomitadamente- hagamos énfasis en el lenguaje ya que es esta el área donde los científicos experimentan más dificultades.

Si, como creemos, el conocimiento científico es al menos tan importante como cualquier otro de los conocimientos, se lo debe expresar efectiva y claramente por medio de palabras de cierta altura. Por consiguiente, y para tener éxito en su cometido, el científico debe ser culto.

El Decano del "Columbian College", David B. Truman, dijo muy apropiadamente que "en la compleja vida moderna, el especialista entrenado pero inculto, técnicamente capaz pero culturalmente incompetente, es una amenaza".

---

(\*) Traducido con autorización del autor y de la American Society for Microbiology del original en inglés "How to write a Scientific Paper", ASM News 41(7): 486, 1975. Traducción de Angela Restrepo M.

(\*\*) Vol. 26 No. 4-1976

(\*\*\*) Gerente Editor de la Sociedad Americana de Microbiología.

A pesar de que se reconoce que el primordial objetivo de la investigación científica es la publicación, me ha sorprendido siempre el que tantos científicos sean negligentes a este respecto y olviden las responsabilidades contraídas. Un investigador emplea meses o años de dura labor para conseguir los datos y luego, despreocupadamente, permite que ellos pierdan

el valor debido a su falta de interés en el proceso de la comunicación. La misma persona que afronta obstáculos enormes para llevar un cálculo hasta la cuarta casilla decimal, yace en profunda indiferencia cuando su secretaria transforma, al azar, sus "microgramos por mililitro" en "miligramos por mililitro" y mientras el tipógrafo, a la ligera y durante la armada, intercala "libra".

El lenguaje no tiene necesariamente que ser difícil. En lo que a la escritura científica se refiere "el mejor lenguaje es aquel que transmite la idea utilizando el menor número de palabras cortas" (regla impresa por años en las "instrucciones a los autores" del *Journal of Bacteriology*). Como lo dijera Justin Leonard, de Michigan, "los doctores en ciencias pudieran hacer muy felices a los Editores presentando composiciones sencillas sin los adornos con que las haría un bachiller" (*Bioscience*, sept. 1966).

Existe un tipo de verbosidad, casi como un dialecto, que es favorita de muchos autores. El síndrome se caracteriza, en los casos extremos, por la total omisión de palabras cortas. Los escritores con esta afección nunca "usan" nada, ellos "utilizan", jamás "hacen", siempre "llevan a cabo". Uno que otro de los autores deslizará la palabra "droga", pero la gran mayoría salivarán anticipadamente como el perro de Pavlov ante el placer de usar "agente quimioterapéutico". Quien usará la palabra compuesta de cinco letras "ahora" cuando se puede emplear la elegante expresión "en este momento del tiempo"?

La mayoría de nosotros diríamos "infecciones adquiridas en el hospital" pero el

pedante diría mas bien "infecciones nosocomiales". Uno de estos autores recibió lo que se merecía cuando, debido a un error tipográfico no detectado, apareció publicada una aseveración suya sobre una nueva y maravillosa droga, la que era efectiva contra las infecciones "nosocomias".

Lo anterior me recuerda del plomero que escribió a la Oficina de Estándares, diciendo que había encontrado que el ácido clorhídrico era bueno para limpiar cañerías atascadas. La oficina le replicó que "la eficacia del ácido clorhídrico es indiscutible, pero el residuo corrosivo es incompatible con la duración del metal". El plomero escribió de nuevo comentando lo contento que estaba de que la Oficina estuviera de acuerdo con él. Los de la oficina ensayaron de nuevo, escribiendo "no podemos asumir ninguna responsabilidad por la producción de residuos tóxicos y dañinos desprendidos por el ácido clorhídrico y le recomendamos que use un método alternativo". El plomero manifestó una vez más su complacencia por la aceptación que había merecido su sugerencia. Finalmente, la oficina le escribió "no use ácido clorhídrico. Le saca el diablo a las cañerías".

Debiéramos equiparar el científico con el plomero, o es aquel un poco más exaltado? Con el título de Ph.D. debería el científico saber algo de filosofía? Estoy de acuerdo con J.W. Gardner cuando dijo: "la sociedad que hace mofa cuando se dice que el oficio de plomero puede ser distinguido por ser éste un oficio humilde, pero que, en cambio, tolera la baja calidad de un filósofo por ser esta una profesión nobilísima, no tendrá buenos plomeros ni buena filosofía. Ni sus cañerías,

ni sus teorías podrán retener el agua” (Science News pag. 137, 2. marzo 1974).

Permítanme, ahora sí, definir lo que debería ser un artículo científico y cómo debería ser preparado. (Puesto que nunca he escrito personalmente un artículo científico, estoy en buena posición para hablar con autoridad).

Principiaré diciendo algo que es motivo de controversia. Mi punto de vista es que la preparación de un trabajo científico no tiene, prácticamente, nada que ver con la facultad de escribir per se. Un trabajo científico no es una pieza literaria y por ello, el que prepara un artículo científico no es, realmente, un autor.

A la verdad, voy tan lejos como para afirmar que si los ingredientes están propiamente organizados, el artículo casi se escribirá por sí solo.

Algunos de mis anticuados colegas piensan que los artículos científicos deben ser literatura y que el estilo y el “sabor” de un autor deberían ser claramente perceptibles, contribuyendo las variaciones en el estilo a acrecentar el interés del lector. Estoy en desacuerdo. Yo pienso que los científicos deberían, en verdad, interesarse en la literatura y aún tal vez, en escribir literatura, pero ésta y la comunicación de los resultados de la investigación son dos procesos bien diferentes.

La información de los datos científicos debería ser hecha de acuerdo a un modelo organizado, significativo, dentro del cual los colegas interesados en el tema pudieran reconocer rápida y fácilmente las partes integrantes.

Hoy en día para lograr mantenerse informado en su campo, el científico promedio debe examinar los datos consignados en cientos, o tal vez, en miles de artículos. Por consiguiente, me parece obvio que los científicos y, naturalmente, los editores, demanden un sistema de información de datos que sea uniforme, conciso y fácilmente comprensible.

Si un artículo científico debe ser altamente sistematizado. ¿cómo lograrlo? Concretémonos ahora y recorramos el procedimiento, artículo por artículo.

#### TITULO:

Primero el título. He aquí mi definición: “El título debe ser el menor número posible de palabras que describan apropiadamente el contenido del artículo”. Recuerde que cientos de personas leerán solo el título del trabajo, en comparación con los pocos que leerán el artículo completo. Recuerde también que los servicios de Índice y los abstractos dependen, en alto grado, de la precisión del título. Un artículo con título inapropiado puede quedar, virtualmente, sepultado y nunca alcanzar la audiencia para la cual fue diseñado.

Según mi experiencia, unos pocos títulos son demasiado cortos. Un trabajo sometido a la consideración del Journal of Bacteriology llevaba el título “Estudios sobre Brucella”. Obviamente, este título ayuda muy poco al lector en potencia. Es el estudio de orden taxonómico, genético, bioquímico o médico? Ciertamente que desearíamos saber siquiera esto.

Muchos títulos son demasiado largos. Un

título exageradamente largo es, a menudo, menos específico y menos significativo que uno corto. Hace mas o menos una generación, cuando la ciencia era menos especializada, los títulos tenían la tendencia a ser largos e inespecíficos, por ejemplo: "Sobre la adición al método de investigación microscópica de una nueva forma para producir contrastes en color entre un objeto y su fondo, o entre partes definitivas del objeto mismo" (J. Rheinberg, J. R. Microsc. Soc. 1896: 373). Este es, a la verdad, un título pobre, aunque posiblemente haría un buen extracto.

Esto me hace recordar que una vez, siendo yo bibliotecario, escuché a dos estudiantes que examinaban, ante el estante, los últimos números de las revistas llegadas a la biblioteca. El uno le decía al otro: "Oye, leíste este trabajo sobre estructura del ribosoma en el Journal of Bacteriology?" El otro respondió "Si, lei el artículo pero aún no he podido terminar con el título".

Tenga especial cuidado con la sintaxis al escribir el título. La mayoría de los errores que se cometen son debidos a la colocación inadecuada de las palabras, la que no sigue el orden gramatical. Un artículo que nos fue enviado para consideración llevaba el título de "Mecanismos de supresión de la Neumonía no transmisible del ratón inducido por el virus de la enfermedad de Newcastle". A menos que el autor se las hubiese arreglado para demostrar, en alguna forma, la generación espontánea, debió haber sido la neumonía la que era inducida y no el ratón.

Si usted ya no cree que los niños resultan de una visita de la cigëña, le ofrezco este título (Bact. Proc. Pag. 102, 1968): "In-

fecciones múltiples en los recién nacidos resultantes de la implantación con *S. aureus* 502A". Otro ejemplo con el que tropecé una día (Clin. Res. 8: 134) es éste: "Evaluación preliminar canina y clínica de un nuevo agente antitumoral, Estreptovitacina". Cuando este perro termine de evaluar la estreptovitacina, tengo un trabajito que me gustaría que él me revisara . . .

Y no son los perros los únicos animales inteligentes. Se sometió a consideración para publicación por el Journal Of Bacteriology un artículo con el título: "Aislamiento de antígenos de monos usando la técnica de fijación del complemento".

#### EXTRACTO

Un extracto bien preparado permite que los lectores identifiquen rápidamente y con precisión el contenido básico de la publicación, pudiendo así determinar su importancia en relación con los propios intereses y permitiendo decidir sobre la necesidad de leer el artículo en su totalidad.

#### EL EXTRACTO DEBE:

- 1) Expresar los objetivos principales y el enfoque de la investigación.
- 2) Describir la metodología empleada.
- 3) Hacer un sumario de los resultados.
- 4) Dar las principales conclusiones.

El extracto no debe dar informaciones ni conclusiones que no hayan sido presentadas en el artículo.

No debe exceder de 250 palabras. En otros términos, el extracto debe ser diseñado de tal manera que defina claramente lo que se trata en el artículo. Recuerde que muchas personas lo leerán, bien sea a nivel del artículo original o en "Biological Abstracts" y "Clinical Abstracts".

## INTRODUCCION

Ahora que hemos cubierto estos dos puntos preliminares, podemos llegar al artículo lo mismo (me gustaría mencionar que los escritores de experiencia usualmente redactan el título y el extracto después de escribir el artículo, aún si en la publicación ellos están colocados al principio. Decidirse por un título antes de que el artículo esté escrito es como darle nombre a un niño que aún no ha nacido. Usted puede terminar con un nombre femenino para su muchachito).

La primera sección del texto propiamente dicho debe ser, por supuesto, la Introducción. Las reglas son las siguientes:

1. Ella debe presentar con toda la claridad del caso, la naturaleza y el enfoque del problema que se investiga.
2. Para orientar al lector, es apropiado hacer una breve revisión de la literatura pertinente.
3. Debe mencionarse el método de la investigación. Si se considera del caso, pueden darse las razones que llevaron a escoger un método particular.
4. Los principales resultados de la investigación deben ser anotados. No mantenga al lector en suspenso, déjelo seguir el desarrollo de la evidencia.

Un final sorpresivo puede ser buena literatura pero no es lo adecuado para lo que nos gustaría llamar el método científico.

Tenga presente que su trabajo bien puede ser leído por personas ajenas a su restringida especialidad. Por consiguiente, la introducción es el lugar adecuado para definir cualquier término especializado o las abreviaciones que usted intenta emplear.

## MATERIALES Y METODOS:

En cuanto a los materiales, incluya las especificaciones técnicas exactas y las cantidades, la fuente y el método de preparación. A veces es necesario ofrecer una lista de los reactivos usados y de sus propiedades físicas y químicas. Una vez más, tenga cuidado con la sintaxis. Un manuscrito reciente describía un método que desaparecería al ser usado. El autor afirmaba que "La radioactividad en la región del t-RNA fue determinada por el método soluble del ácido tricloro-acético de Britten y colaboradores".

Al describir los métodos de las investigaciones, deben darse suficientes detalles para que un trabajador competente pueda repetir los experimentos. Sin embargo, si el método ha sido previamente publicado en una revista de buena circulación, sólo deben darse las referencias. Pero, recomendaría una descripción más completa de la técnica si la publicación original fue hecha en, digamos, *The Nairobi Journal of Proctology*.

Finalmente, no cometa el error de mezclar con esta sección, algunos de los Resultados.

## RESULTADOS:

Llegamos, entonces, a la parte realmente significativa del artículo, o sea, los datos. Esta porción del trabajo la llamamos los Resultados.

Contrariamente a la creencia general, usted no debería comenzar la sección de Resultados describiendo aquellos métodos que, inadvertidamente, omitió en la sección de Materiales y Métodos.

Existen, usualmente dos ingredientes para constituir la sección de Resultados. Primero, en forma general se presenta una especie de "cuadro global", el que describe a grandes rasgos los experimentos, sin que por ello se repitan los detalles experimentales previamente provistos en los Materiales y Métodos. Segundo, se presentan los datos.

Por supuesto que esto no es tan simple ¿Cómo presentar los datos? La simple transferencia de los datos acumulados en el cuaderno de laboratorio no llevará a ninguna parte.

Como cosa importante, en el manuscrito queremos datos representativos, más bien que datos repetitivos. El hecho de que usted pueda realizar el mismo experimento 100 veces sin obtener divergencias significantes en los resultados, puede ser de considerable interés para su profesor, pero los editores (para no mencionar los lectores) preferirían un poco de digestión previa.

Si van a presentarse sólo unas pocas determinaciones, ellas deberán ser tratadas en forma descriptiva en el texto. Las determinaciones repetitivas deberán ser dadas

en cuadros o gráficos. Si van a emplearse pruebas estadísticas para describir los resultados, ellas deberán ser realmente significativas. Erwin Neter. Editor Jefe de *Infection and Immunity*, cuenta un chiste clásico que toca este punto. Refiere haber leído un artículo que decía: "33.30/o de los ratones usados en este experimento se curaron al administrarles la droga; 33.30/o de la población en estudio no experimento beneficio pues permaneció moribunda; el tercer ratón escapó de la jaula".

Los resultados deben ser cortos y simples, desprovistos de exceso de verbosidad. A pesar de que la Sección de Resultados es la parte más importante de un trabajo, muy a menudo resulta ser la más corta de todas, especialmente si ha sido precedida y seguida por unas bien escritas secciones de Materiales y Métodos y Discusión, respectivamente.

Cuando se escriba el trabajo científico perfecto - si es que algún día se logra - la Sección de Resultados contendrá, posiblemente, una sola frase: "Los resultados aparecen en el Cuadro 1".

## DISCUSION:

Esta Sección es más difícil de definir que las otras. Ello hace que sea la más complicada de escribir y, por si acaso no lo sabe todavía, muchos artículos son rechazados por los editores de revistas científicas debido a una discusión fallida, aunque los datos presentados en el trabajo sean tan válidos como interesantes. Aún más probable es el hecho de que el verdadero significado de los datos esté completamente oscurecido por la interpretación que se les da en la Discusión, lo que conduce nuevamente al rechazo del trabajo.

La mayoría, si no la totalidad, de las Discusiones son demasiado largas y verbosas. Como lo dijo Dough Saville"... ocasionalmente, yo reconozco lo que llamo la técnica del calamar. El autor-dudoso de sus hechos o razonamientos -se retrae detrás de una protectora cortina de tinta" (Tableau, Septiembre 1972).

-¿Cuáles son los rasgos esenciales de una buena discusión? Yo diría que hay tal vez unos seis componentes, a saber:

1. Trate de presentar los principios, relaciones y generalizaciones revelados por los Resultados y guardar en mente que en una buena Discusión, usted discute, no recapitula los Resultados.
2. Destaque cualquier excepción o cualquier falla de correlación y defina los puntos que no estén claros.
3. Muestre cómo sus resultados e interpretaciones coinciden (o contrastan) con los de trabajos previamente publicados.
4. No sea tímido; discuta las implicaciones teóricas de su trabajo así como cualquier aplicación práctica que parezca posible.
5. Presente sus conclusiones tan claramente como le sea posible.
6. Resuma la evidencia que lo llevó a presentar cada una de las conclusiones.

En términos simples, el propósito primario de la Discusión es mostrar las relaciones entre los hechos observados. Para relatar este punto, yo acostumbro a contar

ZACU

la historia del biólogo que entrenó una pulga. Después de una labor de meses, el biólogo logró que la pulga respondiera a ciertas órdenes. El experimento más gratificante fue aquel en el que al decir "salta!" la pulga brincaba rápidamente en el aire al recibir la orden. El profesor estuvo a punto de someter a la posteridad este hecho notable, publicando sus hallazgos en una revista científica pero -como verdadero científico- decidió llevar su experimento un paso más adelante. Buscaba determinar la localización de los órganos receptores pertinentes. En un experimento, removió una a una, las patas de la pulga. Esta, obedientemente, continuó saltando al recibir la orden, pero, a medida que se le quitaban patas, sus brincos eran menos espectaculares. Finalmente, al serle removida la última pata, la pulga se quedó quieta. Una y otra vez, la orden falló en conseguir la respuesta usual.

El profesor decidió que, ahora sí, podía publicar sus hallazgos. Dispuso tinta y papel y describió, en forma immaculada, los experimentos ejecutados en los meses precedentes. Su conclusión fue como para conmover al mundo científico: "Cuando las patas de la pulga son removidas, la pulga ya no puede oír".

#### AGRADECIMIENTOS

En este punto, hemos terminado ya el texto del artículo científico. Sin embargo, hay dos secciones que a menudo siguen al texto, a saber: Los Agradecimientos y la Literatura Citada.

Con respecto a los Agradecimientos, me gustaría decir que ellos deben tener en cuenta dos factores:

Primero, usted debería agradecer cualquier ayuda significativa recibida de otras personas, bien sea de su laboratorio o de otra parte. Específicamente, debería reconocer los donantes de equipos especiales cultivos u otros materiales. Además, debería mostrar su aprecio para aquellos que contribuyeron significativamente al trabajo o a su interposición. Podría decir, por ejemplo, algo así: "Deseo agradecer a J. Jones por la ayuda prestada durante los experimentos y a R. Smith por discusiones de valor". Lógicamente que la mayoría de los que hemos estado en el negocio por algún tiempo, comprenderemos que esta es la forma más simple de admitir veladamente que Jones le hizo el trabajo y Smith le explicó lo que significaban los resultados.

Segundo, en esta Sección de Agradecimientos donde deben anotarse las ayudas financieras recibidas de fuentes varias -tales como becas, contratos o donaciones. (En esta época, tal vez hasta podría insinuarse la falla de tales ayudas).

#### LITERATURA CITADA (REFERENCIAS)

En lo que respecta a esta sección, diría que hay, nuevamente, dos reglas a seguir:

Primera, deben usarse sólo referencias primarias. Citas sobre datos sin publicar, trabajos en imprenta, extractos, tesis y otros materiales secundarios, no deberían amontonarse en esta sección. Si se considera que una tal referencia es absolutamente necesaria, ella puede incluirse en el texto, entre paréntesis.

Segundo, compruebe todas las partes de cada referencia frente a la publicación ori-

ginal antes de enviar el manuscrito, e igualmente, por segunda vez, en la prueba (galera) misma.

Acepte la aseveración de este bibliotecario convertido en editor, de que hay muchos más errores en la sección de Referencia de un trabajo que en cualquiera de los restantes apartes.

#### COMENTARIOS FINALES:

Una nota para concluir. Después de que usted haya escrito su trabajo, sería bueno hacer dos cosas:

Primera, leerlo usted mismo. Se sorprenderá al saber que muchos manuscritos son enviados al editor, inmediatamente después de haber sido copiados, sin una lectura final de prueba. A veces son tantos los errores tipográficos de un manuscrito, que hasta el nombre del autor aparece incorrectamente deletreado.

Recibimos recientemente un manuscrito de un autor quien estaba excesivamente ocupado, y no solo no leyó la copia final, sino que tampoco miró la carta que la acompañaba. En ella se leía: "Espero que ustedes encontrarán que este manuscrito es exceptable". Así fue!

Segundo, sería muy inteligente pedirle a uno, o más de sus colegas que leyeran el manuscrito antes de enviarlo a una Revista. Bien pudiera ser que el significado de una o varias partes del trabajo no sean completamente claras para su colega. Naturalmente que ello puede ser debido a que este es lerdo, pero hay que considerar también la posibilidad de que esta o aquella parte del manuscrito no sea tan clara como debería serlo.

Los editores y los gerentes editores tienen empleos que son imposibles. Lo que hace que nuestro trabajo sea imposible es la actitud de los autores. Tal actitud quedó bien expresada cuando Earl H. Wood de la clínica Mayo, quien participaba en un seminario con el tema "Qué esperan los autores del Editor", dijo "Yo espero que el editor acepte todos mis trabajos que los acepte tal cual los he enviado y que los publique pronto. Igualmente, espero que haga cuidadoso escrutinio de todos los demás trabajos, especialmente de los enviados por mis competidores . . ."

Después de años de observación, he decidido que hay tres tipos de editores: Los que hacen que las cosas sucedan, los que se paran a observar qué pasa y los que están siempre diciendo "Qué pasoó?".

Ignoro cuántos de ustedes leen la tira cómica de "Carlitos". Mi favorita es aquella que muestra al perrito leyendo la respuesta de una casa editorial a la que enviara su cuento: "Estimado contribuyente: Muchas gracias por enviarnos su cuento para nuestra revista. Para ahorrar tiempo, le estamos enviando dos tarjetas de rechazo. Una por este cuento y la otra para el próximo que piense enviarnos".

Alguien dijo hacen algún tiempo: "Los editores son, en mi opinión, una forma de vida primitiva -inferiores a los virus y ligeramente superiores a los decanos académicos".

Alguien más dijo: "Si usted ve alguna vez a un editor que le dé gusto a todo el mundo, no lo encontrará parado ni sentado sino que yacerá rodeado de flores".

Por lo menos he aprendido que ~~una~~ ~~opor~~ ~~tunidades~~, es mejor mantener las opiniones personales por fuera del proceso editorial. Por ejemplo: Recibimos una vez un manuscrito extraordinariamente bueno de un contribuyente cuyos anteriores artículos habían sido, digámoslo, poco distinguidos. Nos apresuramos a escribirle y le dijimos: "Dr. Smith, estamos muy satisfechos de aceptar su trabajo, divinamente bien escrito, para publicación en el Journal". Pero, no pudimos aguantarnos el deseo de agregar "Díganos, quién se lo escribió?".

El Dr. Smith nos contestó: "Estoy muy contento de que ustedes hubiesen encontrado aceptable mi trabajo, pero cuéntenme ¿quién se lo leyó?".

Para resumir todo lo que he dicho, nos definimos, ante todo, como "trabajadores". En trillones de publicaciones leemos expresiones tales como "estos trabajadores hicieron aquello". Luego, he afirmado que el escribir trabajos científicos es básicamente una cuestión de organización. Por consiguiente, les dejo con las palabras inmortales de Karl Marx: "Trabajadores del mundo, organizaos".