

III. ¿CÓMO SE DIVULGAN LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA?

LOS SEMINARIOS DEL LABORATORIO Y LOS MÁS FORMALES; SIMPOSIOS; CONFERENCIAS

HAYA estudiantes o no, una actividad de mucha importancia dentro de un grupo de científicos es efectuar seminarios. En un seminario, una o varias personas presentan los datos de su trabajo o experimentos, o trabajos publicados por otros grupos de investigación, para ser analizados por los asistentes. Existen diferentes estilos de hacer seminarios y, dependiendo del público, pueden tener distintos grados de formalidad. El seminario más informal es probablemente aquel en que los miembros de un laboratorio se reúnen a oír y discutir los datos y resultados de una o varias personas que trabajan en ese laboratorio. La periodicidad de este tipo de seminarios puede variar; hay personas que tienen la costumbre de reunirse una vez a la semana, otras cada quince días o cada mes y algunas lo hacen más irregularmente, hay periodos del año en que se reúnen y otros no. También existen diferentes maneras en que las personas presentan sus datos; en algunos casos todos presentan sus resultados y en otros sólo un individuo

o una parte del grupo de trabajo muestra sus resultados. Durante o al final de las presentaciones se acostumbra hacer preguntas, indicar qué está poco claro o qué es contradictorio y, lo que es más importante, cómo continuar mejorando o avanzando en la investigación. Este tipo de ejercicio es fundamental en la formación de un investigador, porque puede aprender a criticar constructivamente una serie de experimentos o un trabajo y sugerir ideas para mejorarlo, avanzarlo o resolver contradicciones o paradojas. Creo que la manera en que se realicen estos seminarios en el fondo no tiene mucha importancia y depende del estilo personal del investigador principal de cada laboratorio; lo que sí creo que es importante es que se lleven a cabo, aunque sea en forma irregular.

Otro tipo de seminarios es a nivel de departamento, en el que se reúnen personas de varios laboratorios; o a nivel institucional, en el que se congregan personas de varios departamentos. Este tipo de seminarios es diferente. En general sólo presenta una persona y muestra el trabajo realizado durante un tiempo considerable, a veces de varios meses, en otras de muchos años. Como el trabajo que se presenta está dirigido en parte a personas que no están tan familiarizadas con el campo del ponente, éste debe ser más formal en su presentación e incluir una introducción al tema y a sus experimentos, después seguir con la presentación de sus resultados y al final hablar sobre sus conclusiones y sus perspectivas. En general también se acostumbra interrumpir la presenta-

ción con preguntas o comentarios o más frecuentemente dejar los mismos hasta el final. En una institución en donde hay alumnos haciendo investigación, *es particularmente importante que éstos asistan con regularidad a este tipo de seminarios, por varias razones.* Un seminario así puede ser bueno, regular o malo. De todo tipo de seminarios se aprende algo. Si el seminario es bueno y está relacionado con el tema en el que uno trabaja, es una oportunidad para aprender o repasar en un tiempo corto una gran cantidad de datos; además, se puede conocer la opinión personal del ponente sobre ciertos puntos del trabajo que está presentando o sobre otro relacionado, que muchas veces no se encuentra en los artículos publicados. Muchas veces un buen seminario sirve de estímulo para continuar trabajando en lo que uno está haciendo o para cambiar la táctica con que se está tratando de resolver el problema. Un buen seminario sobre un tema diferente al del trabajo propio es una oportunidad de aprender algo nuevo. En este caso se puede aprender algo sobre el tema diferente o sobre los métodos y las maneras como se intentan resolver los problemas en esas áreas de la ciencia o bien se puede aprender sobre el tipo de preguntas que se hacen los científicos sobre estos temas. En todo caso, en un buen seminario siempre se puede aprender cómo dar un buen seminario; existen muchas maneras de hacerlo y muchas de las cosas que contribuyen a hacer buena una presentación se aprenden por la observación. Los malos seminarios, tanto en el

área en la que uno trabaja como en temas diferentes, pueden servir para aprender cómo no debe darse un seminario.

CONGRESOS CHICOS Y GRANDES

Hay otras ocasiones en que el científico debe presentar algún trabajo en forma oral.

Básicamente estas ocasiones son las mesas redondas, los simposios, las conferencias y los trabajos libres en congresos. Las mesas redondas y los simposios son parecidos entre sí, y sólo se distinguen un poco en algunos aspectos formales.

En general, en la mesa redonda los ponentes están sentados en una mesa durante toda la duración del evento; hay un coordinador de la discusión cuya función es dirigir la participación de los integrantes. Dicha participación consiste en algún tipo de presentación individual y posteriormente en una discusión por los miembros de la mesa; todos tienen la oportunidad de participar y, al final del evento, hay preguntas por parte del público.

Un simposio es una serie de pláticas relacionadas de alguna manera con el tema que se está tratando, en las que hablan personas que se considera tienen una contribución valiosa que hacer al mismo. Puede haber uno o más coordinadores que tienen la función de introducir en forma general o particular a los ponentes, a veces pueden hacer un resumen al final de todos los trabajos y, además,

participan con una o más presentaciones. En algunos simposios se acostumbra hacer preguntas al final de las ponencias individuales, pero es más común dejar un periodo de discusión al final de todas ellas.

Tanto las mesas redondas como los simposios pueden ser sobre temas muy variados, desde presentaciones formales de trabajos científicos con resultados experimentales o teóricos, hasta ponencias sobre asuntos que no tengan ninguna relación con la ciencia. Esto se debe a que estas maneras de presentar un trabajo las tienen en común todos los eventos académicos.

Otro evento en el que se dan exposiciones orales es un congreso. Su función principal es reunir con alguna periodicidad a personas que trabajan o están interesadas en algún campo del conocimiento (en particular puede ser en algún aspecto de las ciencias), y brindarles la oportunidad de presentar sus datos más recientes y de conocer los trabajos de otros individuos, así como conocerlos personalmente.

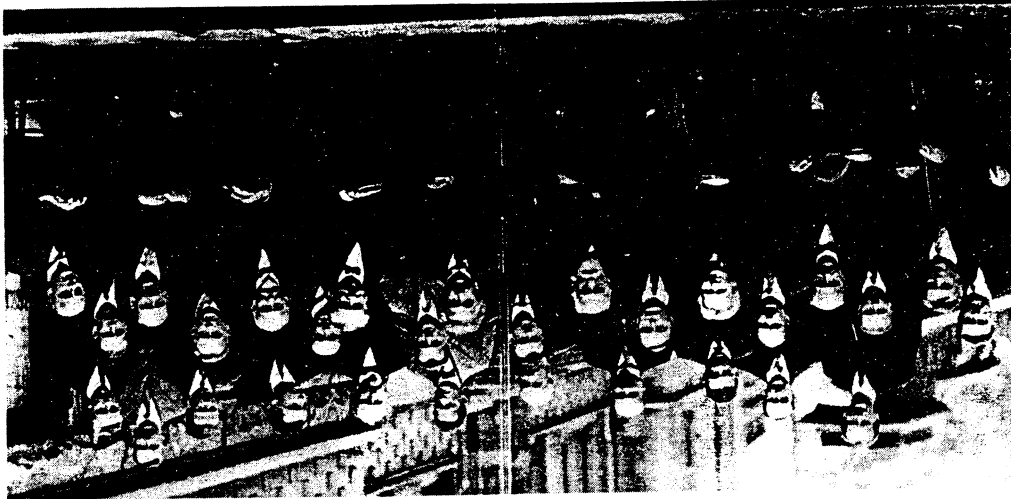
Aunque en muchos congresos también hay mesas redondas o simposios, existen otros dos tipos de presentaciones muy utilizadas: las conferencias y las ponencias libres. Las conferencias generalmente se dan por personas con algún prestigio en el campo en que trabajan y son principalmente de dos tipos: presentan su trabajo científico o hablan sobre un tema de interés general para el auditorio. Generalmente son pláticas largas en las que no hay interrupción y al final puede haber una sesión

de preguntas por el público. Las conferencias no nada más están limitadas a hacerse en congresos sino que pueden ser eventos que se den aislados y en cualquier ocasión. La presentación libre de un trabajo científico, en cambio, sólo ocurre durante un congreso y siempre incluye los resultados experimentales o teóricos. La costumbre más difundida actualmente a nivel mundial es que el trabajo se presente en diez minutos y haya un periodo de cinco minutos para preguntas, comentarios y discusión por el público. Como el número de científicos en todo el mundo ha crecido muchísimo y los congresos se hacen en unos días, en los congresos mayores se ha establecido la modalidad de efectuar sesiones con presentaciones libres simultáneas de modo que la mayor parte de los participantes tenga oportunidad de presentar su trabajo. Como sólo se puede asistir a una sesión a la vez y muchos individuos lo consideran una desventaja, desde hace aproximadamente unos veinte años también se ha popularizado mucho la presentación de trabajos científicos en forma de cartel. En este caso la persona que expone tiene asignados un lugar y un tiempo en los cuales debe colocar su cartel y estar presente para hablar sobre su trabajo. El éxito de los carteles se debe a que se acercan a ellos las personas más interesadas y tienen la oportunidad de hablar directamente con el investigador que hizo el trabajo durante más tiempo que los cinco minutos que se les concede en una presentación libre. Ambos tipos de presentación de trabajos libres, la oral y la de cartel,

ofrecen ventajas y desventajas. Lo mismo se puede decir sobre congresos grandes y chicos. Para darnos una idea de las dimensiones que alcanzan, diremos que, en la actualidad, los congresos más grandes reúnen cerca de 12 000 personas y los más chicos 50 o menos. En los congresos grandes se da una cantidad avasalladora de acontecimientos y uno debe escoger a cuál quiere asistir. También hay la oportunidad de ver a muchas personas conocidas en un solo lugar. El hecho de congregarse tantas personas en un sitio es aprovechado por compañías que venden aparatos, reactivos, revistas y libros para exponer y vender sus mercancías de manera que se pueden ver y comprar novedades. Sin embargo, estos eventos son relativamente anónimos y rara vez se presenta un ambiente propicio para conocer mejor a una persona o tener una conversación más prolongada con ella. Para esto sirven mejor los congresos pequeños, en donde hay un ambiente más personal y se puede convivir mejor con los asistentes. Cualquier congreso es también un evento social en donde se establecen, se reafirman o se rompen relaciones de trabajo.

La habilidad para hacer una buena presentación de un trabajo puede representar una ventaja importante para el científico. De esta manera comunica efectivamente su relevancia a otras personas, y las puede llegar a motivar e impresionar positivamente, no nada más respecto al trabajo que presenta, sino muchas veces a toda un área del conocimiento. Ciertamente hay distintos gra-

Figura III.1. Fotografías de grupo de dos congresos pequeños en distintas épocas. La fotografía es del Congreso Solway en Bruselas, Bélgica, en 1927, y la fotografía de la página siguiente es del VII Congreso de Bioenergética y Biomembranas en la ex hacienda Vista Hermosa, en el estado de Morelos, México, en 1991. (Las fotografías de grupo de congresos grandes son muy raras ya que es muy difícil reunir a todos los conferencistas en un sitio y a una hora para tomarlas.)



dos de talento para hablar en público y éstos, probablemente, son innatos; sin embargo, hay ciertas reglas y trucos que pueden mejorar considerablemente casi cualquier presentación y que puede aprender cualquier persona, aun con el mínimo talento para la oratoria.

Algunas de las reglas o trucos que me han servido a mí, han sido los siguientes:

- 1) Pensar a qué público se va a dirigir la plática y prepararla en forma correspondiente.
- 2) Tomar muy en cuenta el tiempo que se tiene para exponer y tratar de que la plática dure un poco menos de ese lapso. Esta práctica, que indica consideración por su tiempo, será agradecida siempre por el público y, en caso de que los haya, por los otros ponentes.
- 3) Ensayar previamente la presentación con amigos, parientes o colegas y escuchar sus opiniones y sugerencias de cómo se puede mejorar; esto sirve también para tener un estimado real del tiempo que ocupa la misma.
- 4) Armar la plática de manera que haya una línea continua de pensamiento, que esté dividida claramente en una introducción, la exposición del tema central (que a veces son los resultados científicos) y una conclusión.
- 5) Siempre que se pueda se debe hablar con apuntes; es muy difícil dar una buena presentación sin este tipo de ayuda. Algunas personas piensan que es muy útil escribir todo el texto de la presentación. En mi experiencia esto resulta una



Figura III.1

práctica excelente para las presentaciones de trabajos libres en congresos, en las que se tiene el tiempo limitado y se quiere decir una cierta cantidad de cosas dándole la importancia que merece a cada una y sin olvidarse de alguna de ellas. En estos casos conviene escribir hasta el texto indicando que pasen a la siguiente figura y también describir lo que es importante que el público vea en dicha figura, o sea, escribir absolutamente todo lo que se quiere decir con pausas, comentarios, chistes, etc. Para pláticas más largas siempre conviene hacer apuntes de temas o puntos clave que hay que ir tocando en el curso de la misma y es mejor hablar libremente. Esto hace que la presentación sea algo más espontánea e informal. Sin embargo, si no se está seguro de cómo se quieren decir las cosas, siempre se puede preparar una plática así, escribiendo todo lo que sea necesario. El tener bien preparada una presentación ayuda a estar menos nervioso antes y durante ella. El hecho de estar algo nervioso generalmente puede ser benéfico para mejorar la presentación. Si uno tiene ganas de causar una buena impresión en el público, la liberación de un poco de adrenalina activará funciones fisiológicas que le ayudarán a lograr mejor ese propósito. Además, quizá sirva de consuelo a algunos lectores saber que siempre hay situaciones en que cualquier orador, por más experimentado que sea, se pone nervioso; si no se le nota, es porque ha aprendido a controlar. En experiencia de muchas personas, si como oradores notan que su presentación está

teniendo éxito, su nerviosismo disminuye conforme va avanzando la misma, y al final se sienten muy seguros de sí mismos, cosa que tiene muy buenos efectos para la misma y las siguientes presentaciones.

6) Si la plática va a ser ilustrada con diapositivas o figuras de otro tipo, conviene seguir estas recomendaciones en su preparación:

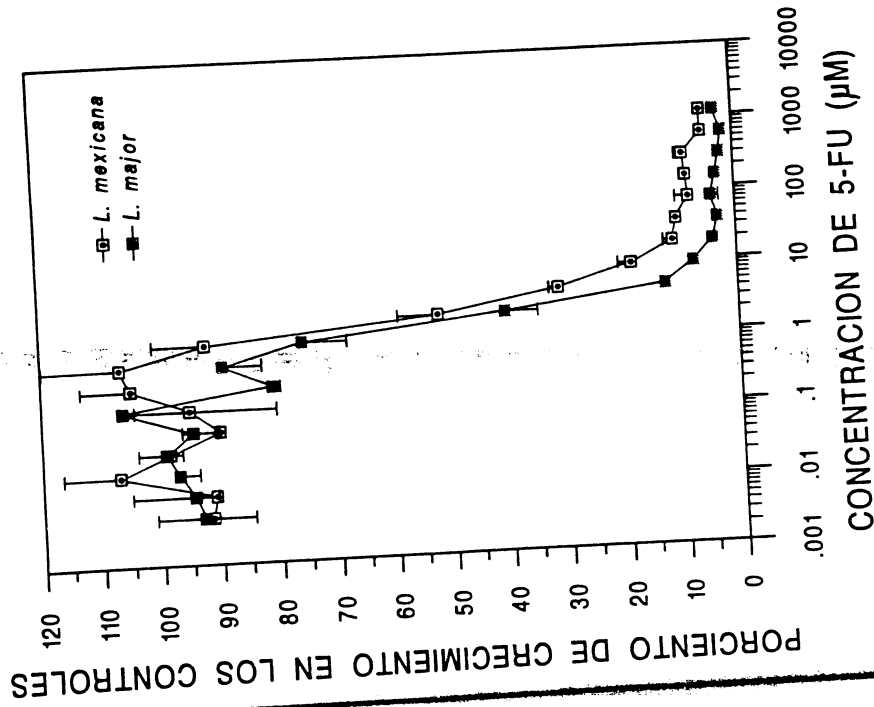
- a) diseñarlas *específicamente* para la presentación
 - b) que tengan un propósito claro
 - c) que el público las pueda entender
 - d) que tengan un formato simple
 - e) que estén libres de información superflua que sean digeribles y unificadas
 - f) cuando sea posible, utilizar mejor gráficas en lugar de tablas para presentar resultados experimentales
 - g) que sean claramente visibles y legibles; para esto deben tener contraste visual (por ejemplo, fondo azul o negro y letras blancas o amarillas, o fondo blanco y letras negras)
 - h) que estén integradas al texto verbal
 - i) que indiquen una línea clara de pensamiento.
- 7) Siempre preparar una presentación con mucho cuidado, aunque ya se haya repetido el tema varias veces.

PUBLICACIONES, ARTÍCULOS, LIBROS

Un trabajo científico no se puede considerar terminado a menos que haya sido publicado. En la

Concentración del 5-FU (µM)	Porcentaje de crecimiento respecto al control de <i>L. mexicana</i>	Desviación estándar del porcentaje de crecimiento de <i>L. mexicana</i>	Porcentaje de crecimiento respecto al control de <i>L. major</i>	Desviación estándar del porcentaje de crecimiento de <i>L. major</i>
0.0044	91.52	9.5	93	8.7
0.0088	90.9	14.23	94.5	4.0
0.0176	107.04	9.6	97	3.4
0.035	98.5	5.3	99.2	3.0
0.070	89.9	6.5	94.5	4.3
0.140	95	9.3	106.35	26.23
0.281	104.86	8.4	80.88	1.3
0.563	106.64	13.31	89.19	6.73
1.125	92.08	8.96	75.59	7.63
2.250	52.07	6.9	40.29	5.7
4.500	30.96	1.6	12.62	0.44
9.000	18.43	2.18	7.56	0.544
18.010	11.07	1.6	4.08	0.484
36.030	10.35	0.98	3.1	1.32
72.070	8.08	2.25	4.16	0.438
144.140	8.4	0.6	2.5	0.57
288.280	8.89	1.19	2.04	0.38
576.560	5.50	0.74	3.17	0.26
1153.000	5.58	0.69		

Figura III.2. Un ejemplo en que resulta más claro presentar los resultados experimentales en forma de gráfica y no como una tabla. En ambos casos los datos representan la toxicidad del crecimiento de dos tipos de parásitos llamados leishmanias (los cuales producen enfermedad en ratones o humanos) por concentraciones crecientes del agente antineoplásico 5-fluorouracilo. (Esta página y la siguiente.)



actualidad existen varias formas de publicar el trabajo científico, pero la más común e importante es la publicación del artículo científico en una revista de la especialidad, la que ha ido adoptando con el tiempo una forma bastante similar en todo el mundo. Algunas de las características principales de un artículo científico que describe resultados experimentales son que está dividido casi siempre en siete secciones y que por lo general está escrito en inglés. Me referiré primero al idioma [...] como en casi todos los otros ámbitos de las actividades humanas, el nuevo idioma universal es el inglés. Gran parte de la razón de que esto sea así ha sido el dominio absoluto a nivel mundial en prácticamente todos los campos de la ciencia que han tenido los Estados Unidos desde la segunda Guerra Mundial. De manera que cualquier persona que aspire a ser científico *debe* saber por lo menos leer y escribir muy bien el inglés. En otras palabras, o el científico domina el inglés, o conoce a alguien que lo haga y esté dispuesto a traducir todo lo que lee y escribe todo el tiempo (cosa que puede ser a veces bastante difícil). Si un científico de finales del siglo XX quiere que su trabajo tenga difusión internacional, debe publicarlo en inglés. Prácticamente todas las revistas con difusión internacional están escritas en ese idioma, así sean japonesas, alemanas, francesas, egipcias, brasileñas o mexicanas.

Las siete secciones en que consisten normalmente todos los artículos científicos experimentales son: resumen, introducción, materiales y mé-

todos, resultados, discusión, agradecimientos y referencias. Puede haber algunas variantes (por ejemplo, que la sección de materiales y métodos esté al final o que las secciones de resultados y discusión aparezcan juntas u otras modalidades) pero, para fines prácticos, todas son bastante similares. Los artículos científicos teóricos, de simulaciones, descriptivos, taxonómicos o de otro tipo pueden estar divididos en otras formas, pero esencialmente tendrán una parte introductoria, un cuerpo principal de lo que es la contribución científica, una discusión de la contribución, una sección de agradecimientos y otra de referencias. Un artículo científico bien escrito posee muchas de las ventajas que tiene una buena presentación, de manera que un científico invierte bien su tiempo si trata de mejorar la calidad de sus escritos, porque la difusión de su trabajo será mejor y causará más impacto en los colegas que lo lean.

El arte de escribir efectivamente en ciencia, que difiere del arte de escribir literatura, también se puede aprender, aunque se cuente con poco talento literario. Para hacer esto existen una serie de libros excelentes que explican cómo se debe escribir un artículo científico. La mayor parte de los científicos definitivamente se benefician de leer y seguir las reglas que se proponen en estos libros, por lo que recomiendo mucho que se lean y se sigan sus indicaciones con cuidado. He aquí algunas reglas que me han servido a mí para mejorar la calidad de lo que escribo. En lo que se escribe, como en lo que se habla (por lo que muchas de

estas recomendaciones también son válidas para las presentaciones orales, que se mencionaron anteriormente), antes de comenzar, se debe identificar el propósito. Los propósitos más comunes son: describir, explicar, instruir, especificar, evaluar y recomendar, convencer, protestar, rechazar, provocar discusión, conceder y pedir perdón.

También se debe pensar en quién será el público que lo lea (u oiga) y conviene contestarse estas preguntas:

¿Tienen los lectores algo en común o son todos diferentes?

¿Qué es lo que saben ya sobre el tema?

¿Qué es lo que necesitan saber?

¿Qué actitudes tienen con respecto al tema, al escritor y a los objetivos del escritor?

Como lo que se escribe casi siempre son artículos, me referiré inicialmente a ellos y en particular a algunos aspectos que mejoran el estilo del inglés escrito. Un inglés fácil de leer generalmente emplea el estilo que se ha llamado funcional. En éste se utilizan oraciones de longitud flexible que deben ser ajustadas a lo que se está escribiendo. Se deben evitar oraciones y palabras largas ya que tienden a confundir al lector. En los artículos sí se acepta que se utilice la "jerga" de la especialidad, pero se debe tratar de evitar el uso de palabras innecesarias o redundantes. Otra práctica que se debe evitar es la transformación de adjetivos u otras palabras en sustantivos, lo que se conoce como "nominalización". Se debe evitar la forma

pasiva de expresión y ser consistente en el uso de la forma personal o impersonal activa en todo el escrito. Otro error muy común es escribir oraciones en tiempos diferentes e incompatibles. Por lo menos cada sección, pero de preferencia todo el artículo, debe ser uniforme en el uso de los tiempos.

De las siete secciones en que consiste un artículo a mí siempre me ha parecido más fácil comenzar por escribir la sección de los resultados. Esta debe describir en forma breve, clara y concisa los resultados de la investigación. Un autor afirma que, idealmente, está sección, para alcanzar su forma perfecta, debería constar sólo de una oración: "Los resultados se muestran en la Tabla 1." Aun que aún no he visto ese artículo perfecto, creo que hay que mantener esta idea en mente. La sección de los resultados generalmente consiste de dos partes. En primer lugar debe haber una descripción general de los experimentos que dé una idea del trabajo que se hizo, pero no reiterar lo que se dice en la sección de materiales y métodos; en segundo lugar debe haber una presentación de los resultados de la investigación.

Como siguiente paso es conveniente escribir la discusión. Esta parte del artículo *no* debe ser una recapitulación de los resultados sino su *discusión*. Esto quiere decir que se comparan con los resultados de otros trabajos previos y se señalan las concordancias y discrepancias, así como los puntos que se aclaran con el presente trabajo y los más importantes que todavía no se han podido aclarar.

En los casos apropiados, que son casi todos, se deben discutir las implicaciones teóricas de los resultados obtenidos y si se prevén posibles aplicaciones prácticas. La discusión debe tener una o varias conclusiones y finalmente mencionar el significado de los resultados. Generalmente ésta es la sección más difícil de escribir.

En tercer lugar se puede escribir la sección de materiales y métodos. Esta sección es sumamente importante porque de ella depende el que otros científicos puedan reproducir los resultados. En esta sección se deben describir con la mayor meticulosidad y detalle en primer lugar los materiales que se utilizaron. La descripción debe incluir las cantidades exactas, las especificaciones técnicas y, para reactivos, los nombres químicos completos. Los animales, plantas o microorganismos deben identificarse con precisión en forma biológica, junto con las fuentes de donde se obtuvieron. También se deben especificar ciertas características especiales (edad, sexo, cualidades genéticas o fisiológicas). En la sección de métodos se deben describir precisamente, y de preferencia en orden cronológico, las técnicas experimentales y manipulaciones que se hicieron. A veces hay técnicas relacionadas que se hicieron en tiempos muy diferentes, y en esos casos, es mejor describirlas bajo el mismo encabezado de esta sección. La sección de métodos debe llevar encabezados para separar distintos grupos de técnicas que permitieron cumplir con un objetivo parcial del trabajo. Esto mejora la claridad del artículo, sobre todo cuando

hay encabezados relacionados o similares en la sección de resultados. Hay otra razón por la que es importante tener mucho cuidado en escribir bien esta sección. La mayoría de las revistas de difusión internacional tienen árbitros que recomiendan si los artículos deben ser publicados o no. Estos árbitros son otros científicos que tienen criterio sobre si las metodologías utilizadas son congruentes y pueden dar los resultados presentados, y van a leer esta sección con mucha atención. Una sección de materiales y métodos mal escrita generalmente es la clave para que dichos árbitros recomienden el rechazo del artículo y no se publique.

En cuarto lugar se puede escribir la introducción. Esta parte sirve para introducir al lector al tema y debe decir cuatro cosas importantes: 1) orientar al lector sobre el problema que se investigó, 2) citar en forma breve pero completa la bibliografía y algo del trabajo previo más relevante para hacer la investigación que se reporta, 3) decir qué metodología se escogió para resolver el problema y 4) resumir el resultado principal de la investigación. La conveniencia de escribir la introducción en este momento es que, como ya se escribieron los resultados, se pueden resumir con mayor facilidad e incluir todo lo importante que se menciona en esa sección; y como también ya se escribió la discusión, es más fácil citar la bibliografía y el trabajo previo sin ser redundante. Otra función importante de la introducción es iniciar la definición de las abreviaturas que se usarán en

el resto del texto; a veces se acostumbra definir todas en esta sección y otras veces se acostumbra continuar definiéndolas en todo el cuerpo del texto. En la práctica no es bueno utilizar abreviaturas para palabras que sólo se utilizan una o dos veces en el artículo; además, existen tablas de abreviaturas aceptadas internacionalmente, de manera que es bueno seguir estas recomendaciones y sólo inventar abreviaturas cuando verdaderamente se utilice una o un grupo de palabras nuevas.

Finalmente queda el resumen. Ésta es la sección más corta, pero también la más difícil de hacer bien. El resumen debe permitir a cualquier lector captar y entender el contenido básico del artículo. Debe decir los objetivos principales del trabajo, describir la metodología empleada, condensar los resultados principales y decir las conclusiones más importantes. En general, todo esto se debe decir en 250 palabras o menos, ya que algunos resúmenes son más cortos. Al escribir un resumen se debe cuidar que cada palabra esté llenando una función clara y sea una parte importante de lo que se quiere decir. Si se puede escribir un buen resumen con menos palabras del máximo que piden las instrucciones, se debe hacer con ese mínimo de palabras. Uno de los errores más comunes en los resúmenes es la introducción de detalles o palabras innecesarias. El resumen es una de las secciones más importantes del trabajo porque generalmente se envía sin cambios a publicaciones como el *Current Contents with Abstracts*, *Chemical*

Abstracts, *Biological Abstracts*, *Index Medicus*, etc. Esto hace que sea la parte que más se lee y si está bien escrito puede convencer a más personas de leer el artículo completo. Por cierto, el arte de escribir un buen resumen es muy útil en la vida profesional del científico: sirve para enviar trabajos a congresos o simposios, para escribir solicitudes de donativos, para solicitar becas o apoyos para viajar, para hacer informes de actividades, etc. De manera que una persona que invierte esfuerzo en aprender esto bien lo verá retribuido en el futuro. Si las secciones mencionadas anteriormente están bien escritas, se deben poder leer por separado y dar la impresión de que son una unidad completa y que no es necesario leer otras partes para entender todo lo que dice. Se trata de secciones hasta cierto punto independientes pero íntimamente relacionadas.

Posteriormente se pueden escribir otras secciones, las leyendas de figuras y tablas, los agradecimientos y las referencias citadas en el texto.

En la escritura de los pies de figuras y de las tablas hay que poner atención en que realmente describan el contenido de las mismas y eviten interpretaciones y digresiones que no tengan una función descriptiva.

Los agradecimientos deben reconocer la contribución de materiales, equipo, becas, dinero o ideas para la realización del trabajo. En esta sección se acostumbra señalar que el trabajo fue apoyado por cierto donativo, beca, convenio o contrato, dando el número y la fuente. Además, se reconoce la

contribución de individuos o instituciones que donaron materiales o cultivos o que prestaron ciertos equipos especiales. También se pueden agradecer las aportaciones de ideas o conversaciones que se tuvieron con individuos y que contribuyeron en forma importante al logro del trabajo.

En la sección de referencias citadas en el texto se escriben y se ordenan todos los artículos que de alguna manera sirvieron para hacer el trabajo de una manera establecida por los editores de las revistas. Los estilos más comunes de hacerlo son citar por números progresivos las referencias en el orden en que aparecen en el texto, mencionar por el número de una lista alfabética ordenada según el primer apellido del primer autor, o hacerlo por apellidos y año de publicación. En las instrucciones para autores de cada revista siempre vienen ejemplos muy claros (con comas y puntos, abreviaturas, palabras subrayadas, mayúsculas o minúsculas) de cómo requiere esa revista en particular que se citen artículos en revistas, capítulos en libros, libros, etc. Conviene seguir estos ejemplos con mucha atención y poner también mucho cuidado en la elaboración de la lista, ya que es en esta sección en donde con más frecuencia se encuentran errores. Durante una de las múltiples revisiones de un artículo, antes de enviarlo a publicación, conviene siempre darle por lo menos una lectura muy cuidadosa nada más para comprobar que las citas en el texto coinciden con lo que aparece en la lista.

Otro aspecto que requiere mucho cuidado es la

formulación de un título para el artículo que se escribió. El título debe describir lo mejor posible, con un mínimo de palabras, el contenido del trabajo. El título va a ser la parte más leída del artículo y por eso se debe escoger cada palabra y cuidar su relación con las otras palabras. Un título no debe ser ni demasiado general ni demasiado detallado, pero debe dar suficiente información específica al lector sobre el contenido del trabajo.

Otro tema importante al respecto es el orden en que se enlistan los autores. La práctica actual más difundida es incluir a todas las personas que contribuyeron de manera *sustancial* a la realización del trabajo, en orden de la importancia de su contribución. Si hubiera casos en que se considere que dos personas contribuyeron igualmente, entonces se llega a un acuerdo en el orden en que aparecen, y se añade una nota señalando el hecho de que su contribución fue igual. Existe también la costumbre de que el jefe del laboratorio o el autor intelectual del trabajo firme como último autor; otras veces esa posición la ocupa la persona que contribuyó menos al trabajo. El autor principal del trabajo ocupa el primer lugar y su nombre se cita en otras publicaciones que usan ese artículo como referencia.

Todavía existen algunos centros en donde se sigue la práctica de que el nombre del jefe del laboratorio aparezca en primer lugar en todas las publicaciones hechas en su laboratorio o el de los jefes de departamento o directores de institutos

juicio de éstos. La lectura que se encargue al colega podrá hacerla mientras, en apariencia, "el artículo esté encerrado en el cajón", y en mi opinión y experiencia, casi siempre resulta en mejoras al texto, que posteriormente evitan a los autores muchos disgustos o hasta pleitos con el editor de la revista y los revisores del artículo. Creo que, en general, se puede decir que aunque se invierta una o dos semanas más después de que el artículo se considere terminado, a la larga estas prácticas ahorran tiempo, en el sentido de que se prevén muchos de los problemas que pueden surgir más adelante en la evaluación del trabajo por parte del director de la revista.

Aunque no tengo experiencia en escribir artículos en ramas de la ciencia que no sean experimentales, me puedo imaginar que muchas de las observaciones hechas en los párrafos anteriores pueden ser de utilidad para redactarlos.

Existe otro tipo de texto científico que es el llamado artículo de revisión. Un trabajo de este tipo no se considera una contribución original a la bibliografía científica, ya que, como su nombre lo indica, en él se revisa lo que se ha escrito sobre algún aspecto de la ciencia con cierto grado de profundidad, pero no se incluyen datos originales. Básicamente, hay dos tipos de artículos de revisión: los que examinan prácticamente toda la bibliografía existente con respecto a un tema o un grupo de temas, y los que lo hacen sólo con las publicaciones más recientes, por ejemplo, las de los últimos tres años. Ambos tipos de artículos

61

que figuran como coautores de todas las publicaciones de sus departamentos o institutos. Estas prácticas son remanentes anacrónicos del sistema piramidal de algunas instituciones científicas europeas, que por fortuna están desapareciendo poco a poco. Los ingleses han favorecido otro sistema en que los autores se enlistan en orden alfabético, sin importar el grado de su contribución; tal costumbre tampoco ha logrado establecerse en forma generalizada.

Una vez que se termina el artículo hay dos prácticas útiles para mejorar la calidad del escrito que se envía a publicación. La primera es no enviarlo inmediatamente después de que se considere terminado, sino encerrarlo en un cajón y no verlo ni pensar en él por lo menos una semana. Transcurrido ese lapso, el manuscrito se puede sacar y leer otra vez. La nueva lectura deberá hacerse poniendo cierta distancia, como si otra persona lo hubiera escrito, y corregir todo lo que ya no parezca satisfactorio. A veces sorprenden las cosas que se pasaron por alto en la primera versión. La segunda práctica consiste en entregar el artículo terminado a un colega científico en cuyo juicio crítico de la calidad de los buenos textos se tenga mucha confianza, y pedirle que por favor lo revise y lo critique con la mayor severidad posible. Esta práctica simula, hasta cierto punto, lo que ocurre posteriormente cuando se envía el artículo a una revista científica, que a su vez lo pone en manos de dos o tres revisores de su confianza y basa su decisión de publicarlo o no en el

60

cumplen una función diferente, las dos necesarias para la ciencia. Unas líneas más arriba escribí que este tipo de artículo no se considera una contribución original. Esto no es cierto del todo. Cuando un artículo de revisión *es bueno*, no se limita a repetir lo que ya se ha hecho sino que presenta una evaluación crítica de lo que se sabe del campo de estudio, ofrece nuevas perspectivas, sugiere nuevos caminos de investigación, detecta puntos débiles en el conocimiento, llega a determinadas conclusiones y hace una interpretación novedosa del significado de la rama del conocimiento que toca.

Para escribir un buen artículo de revisión, lo más recomendable es, naturalmente, primero leer con mucho cuidado todo lo que se ha escrito en el campo que se quiere revisar. A continuación debe hacerse un índice de lo que contendrá el artículo. Es en este punto en el que se debe hacer el mayor esfuerzo, porque de este índice mucho depende la calidad del producto final. Un buen índice (entre más detallado mejor) casi garantiza que el resultado alcanzará la misma calidad. Lo que hay que hacer una vez que se ha detallado es llenar las subdivisiones. Para los que han escrito un artículo científico original en el formato que mencioné anteriormente, escribir uno de revisión consiste en hacer más extensa la introducción, eliminar las secciones de materiales y métodos y la de resultados y hacer una buena discusión en la que se trate de incluir todos los elementos que señalé arriba.

Algunos científicos prefieren dar a conocer ciertos trabajos en forma de libro. En la actualidad el formato más común es el escrito por varios autores y recopilado por una o varias personas. Estos libros tienen un tema en común y muchas veces reúnen trabajos que se presentaron en algún simposio o un ciclo de conferencias u otro acontecimiento similar. En el fondo muchos de los trabajos que se publican pueden ser compilaciones de trabajos publicados previamente en revistas de la especialidad o, en ocasiones, son trabajos un poco más especulativos de lo que se publica en dichas revistas. Esto se debe a que los trabajos que aparecen en libros normalmente no son sometidos a revisión por otros científicos. Generalmente los organizadores del acto científico o de la publicación del libro aparecen como sus coordinadores o compiladores.

Existen también algunos científicos que escriben libros completos. Esto es relativamente raro, ya que la escritura de uno representa un gran esfuerzo así como un cambio en la vida acostumbrada del investigador, quien debe ahora dedicar largos ratos a la escritura. Probablemente la manera más fácil de escribir un libro es, en primer lugar, armar un buen índice de los capítulos que debe contener, y en segundo, un subíndice de lo que contendrá cada capítulo, y proceder entonces a escribir el contenido de cada parte. Escribir un libro requiere de constancia en el trabajo y de mucha tenacidad. Es común que los autores comiencen su libro con gran entusiasmo y que a la mitad

del camino se sientan como perdidos en un océano, con una parte del camino navegado y con otra parte inmensa por navegar. Es aquí donde se requiere de más empuje. Antes de sentarse a escribir un libro siempre es bueno considerar que éste es un proceso que puede llevar varios meses y aun varios años en terminarse.

IV. ¿CÓMO SE APRENDE A HACER LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA?

ENSEÑANZA DE LA INVESTIGACIÓN, CURSOS Y TUTORÍAS

¿CÓMO se aprende a hacer investigación científica? Ésta es una actividad que uno aprende *solo* y que aprende viendo hacerla y conviviendo estrechamente con otro(s) investigador(es). En la actualidad, una persona que quiere dedicarse a investigador debe seguir una carrera académica, por lo menos una parte de su vida. Existen unas cuantas excepciones a esta regla, pero son muy pocas. La carrera académica implica hacer estudios de maestría y doctorado, que generalmente consisten, por una parte, de cursos teóricos o teóricos-prácticos, y por otra, de un trabajo de tesis que siempre deberá versar sobre un tema científico original. Esto quiere decir que el trabajo de tesis no debe ser una repetición de un trabajo hecho previamente por otra persona. Si el grado se obtiene en una de las ciencias experimentales, el trabajo de tesis implica hacer los experimentos, evaluarlos e interpretarlos. Además se debe aprender cómo abordar un campo de investigación, junto con todo lo que ha tratado este libro, y, dependiendo del caso, seguramente varias otras