



GUIA DE COM ESTRUCTURAR I REDACTAR LA MEMÒRIA DEL TFG

Redactat pel Dr. Casado Merediz

Professor del Dept. de Bioquímica i Biomedicina Molecular, Fac. Biologia, UB.

Castellà (pàg. 2)

Català (pàg. 16)



RESUMEN

Todo trabajo científico (y la memoria del TFG es uno) debe contener un breve RESUMEN (en inglés, un *abstract*) que recoja en pocas palabras lo más importante del texto que viene a continuación. Suele ser una buena idea mantener la misma estructura de la memoria, pero cambiando drásticamente las proporciones. Se puede empezar con una o dos frases introductorias para situar el tema y rápidamente describir el objetivo principal del proyecto (incluso es posible empezar el RESUMEN con el objetivo y dejar las frases introductorias en segundo lugar). A continuación, hay que hacer referencia al plan de trabajo seguido, aunque prácticamente sin detalles metodológicos. Se debe exponer los resultados más relevantes y una breve interpretación de los mismos, que permita cerrar el resumen con una conclusión general del proyecto realizado. En el caso de las memorias de TFG, se exige que la redacción del RESUMEN sea en inglés para demostrar una mínima competencia en la utilización escrita de este idioma.

INTRODUCCIÓN

La INTRODUCCIÓN debe recoger los conocimientos actuales sobre el tema en el que se basa el trabajo. Para ello, es imprescindible realizar una buena búsqueda bibliográfica, sobre todo de la más reciente. Hay que intentar no referirse exclusivamente a las contribuciones del grupo de investigación en el que se está trabajando, sino que hay que incorporar buena parte del conocimiento universal que se tiene sobre el tema y eso implica citar a autores de otros grupos, con opiniones a menudo encontradas, cuando no claramente discrepantes. En el redactado de la INTRODUCCIÓN hay que intentar armonizar estos conocimientos, poniendo de manifiesto lo que se sabe y está plenamente aceptado y dejando en un plano más especulativo las teorías (a menudo las más recientes) que todavía están sometidas a discusión dentro de la comunidad científica. En una publicación científica, en la que el espacio está muy limitado, la INTRODUCCIÓN suele ser muy corta y enormemente focalizada en aquel aspecto científico de que trata el artículo; sin embargo, en memorias como las de TFG, máster o tesis doctoral, sin limitación de espacio o con limitaciones más liberales, el enfoque debe ser más amplio y debe demostrar el grado de conocimiento del autor sobre el tema a desarrollar, no sólo sobre los aspectos puntuales sobre los que ha realizado un trabajo experimental, sino sobre todo el entorno en el que se encuadran esos experimentos (lo que en inglés se denomina el *background* o el *state-of-the-art*).

La organización correcta de una INTRODUCCIÓN (al menos, de las ideas, no quiere decir que la redacción tenga que seguir estrictamente este esquema, aunque tampoco es una mala idea) la podemos interpretar como una especie de “embudo de ideas”. Debe comenzar con algunas referencias (pocas) al contexto más amplio posible sobre el que se ha trabajado y, paulatinamente, se debe ir centrando el foco en

aquellos aspectos más particulares que se han desarrollado en el trabajo cuya memoria se está presentando. En la INTRODUCCIÓN perfecta, casi no haría falta ni describir los OBJETIVOS del trabajo, ya que el lector, al llegar al final de la misma, se acabaría haciendo las mismas preguntas que en su momento se hizo el investigador para plantearse los. Aquí hay un ejemplo gráfico:



OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

Los OBJETIVOS deben estar formados por una serie de preguntas (explícitas o implícitas) que son las que el investigador se ha formulado teóricamente antes de comenzar su investigación. En la práctica, casi nunca es así: suele haber una o dos preguntas que sí son previas a la investigación, pero a lo largo del transcurso de ésta, surgen nuevas preguntas (nuevos objetivos), se reorientan algunas de las iniciales, se descartan, se sustituyen por otras ante alguna imposibilidad técnica, etc. En una buena memoria, las preguntas planteadas en los OBJETIVOS deben ser resueltas con las respuestas recogidas en las CONCLUSIONES (hablaremos de ellas en su momento). De los OBJETIVOS se debe desprender si el investigador domina el proyecto en su globalidad o si sólo ha aprendido a hacer unos experimentos sin saber muy bien para qué los hace.

Normalmente, los OBJETIVOS suelen tener una estructura jerárquica: existe un gran OBJETIVO inicial (que no suele variar a lo largo de una investigación) y, por debajo de éste, suele haber otros OBJETIVOS más concretos, específicos (que quizá hayan ido variando o no durante la investigación). Si éste es el caso, suele ser una buena idea exponerlos precisamente en este orden: primero, un párrafo dedicado al OBJETIVO GENERAL (aunque sea corto, pero desarrollando algo la idea general, utilizando las ideas que se han expuesto en la INTRODUCCIÓN) y, a continuación, en otro párrafo o desglosados en una lista numerada, los diversos OBJETIVOS



ESPECÍFICOS que se pretendían alcanzar con el trabajo experimental. A continuación, hay un ejemplo de estructura jerárquica de los OBJETIVOS:

Párrafo 1: OBJETIVO GENERAL: Determinar el papel del estrés oxidativo en el metabolismo de la célula tumoral.

Párrafo 2: OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Determinar la actividad citocromo oxidasa en células tumorales en condiciones basales o tras la adición de diversos fármacos antitumorales. Determinación del grado de apoptosis al acelerar el estrés oxidativo mediante la adición de peróxido de hidrógeno.

Alternativa al Párrafo 2: LISTA DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la actividad citocromo oxidasa en células tumorales en condiciones basales o tras la adición de diversos fármacos antitumorales.
2. Determinación del grado de apoptosis al acelerar el estrés oxidativo mediante la adición de peróxido de hidrógeno.

Aunque no es obligatorio, suele ayudar a comprender los OBJETIVOS el añadir en esta sección un breve resumen del PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL realizado. Sin referirse a los detalles técnicos (que vienen en la sección siguiente), se puede realizar un relato sintético de en qué han consistido los experimentos realizados y qué relación tienen con los OBJETIVOS planteados; es decir, algo así como “he hecho esto para averiguar esto otro”. Es posible, incluso, hacer este planteamiento experimental también en forma de lista ordenada: paso 1, hice esto; paso 2, seguí con esto; paso 3, para acabar, hicimos esto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ésta es la parte probablemente más fácil de escribir en una memoria, sobre todo si se ha seguido la regla de oro del científico experimental: mantener una buena libreta de laboratorio. La libreta de laboratorio viene a ser como el cuaderno de bitácora de un barco: con un formato de diario, hay que indicar cada día todas las incidencias sobrevenidas, las técnicas utilizadas, los materiales empleados, el equipamiento usado, las marcas de reactivos y aparatos, sus características técnicas fundamentales, los detalles de una técnica que hemos modificado sobre el protocolo original y, si como suele ser habitual los resultados se almacenan en un soporte adicional (por ejemplo, en carpetas, cajas de muestras, armarios o archivos de ordenador), en la entrada de cada día de la libreta hay que indicar de manera inconfundible en dónde están almacenados los resultados obtenidos ese día. Si se tiene la precaución de mantener una libreta de laboratorio actualizada y con suficiente información, tanto esta sección (MATERIALES Y MÉTODOS) como la siguiente (RESULTADOS), no deberían ser difíciles de redactar.

Los MATERIALES Y MÉTODOS también deben ir ordenados. En general, para cada técnica principal utilizada conviene abrir un apartado específico en el que se



describa la técnica en sí, los materiales empleados y el equipamiento utilizado. ¿Por qué hablamos de técnica principal? Porque no todas las técnicas utilizadas merecen ser descritas con igual detalle en esta sección. Hay toda una serie de técnicas auxiliares muy elementales que no es preciso detallar en unos buenos MATERIALES Y MÉTODOS. Por ejemplo, la espectrofotometría, el cálculo de diluciones o la técnica de enfoque de un microscopio óptico se ha estudiado... ¡¡¡en primero de carrera!!! Se supone que un estudiante que presenta su memoria de TFG debe dominar estas técnicas y, por tanto, no hace falta que las describa en su memoria (*N.B.*: si no las llegase a dominar... ¡¡¡que repase sus apuntes de primero!!!). Otras técnicas sí representan el núcleo experimental del proyecto y sí merecen una descripción pormenorizada, aunque en algunos casos también se hayan desarrollado en la carrera: *Western blot*, ELISA, PCR, cultivos celulares, etc. En estos casos, aunque la técnica sea más o menos conocida, los detalles varían en cada caso individual, así que vale la pena describirlos correctamente: anticuerpos utilizados, método de luminiscencia, secuencias de los *primers* utilizados, etc. Evidentemente, si las técnicas utilizadas son más específicas todavía o incluso si se trata de la puesta a punto de una nueva técnica, la necesidad de detalles es todavía mayor. En trabajos realizados con sujetos humanos, hay que describir claramente los grupos experimentales realizados (edad, sexo, estado físico, peso, etc.), los criterios de exclusión aplicados (si es que había alguno), la existencia de un consentimiento informado y de un protocolo ético aprobado, el tipo de intervención realizado, etc. Es muy importante también añadir un apartado dedicado al análisis estadístico realizado (en los casos en que así se haya hecho). Idealmente, unos MATERIALES Y MÉTODOS correctamente escritos deberían permitir a cualquier investigador que los leyese reproducir los experimentos descritos por el autor (permitiendo así cumplir con dos de las reglas básicas de la buena ciencia, la reproducibilidad de los resultados y la posibilidad de rebatir una conclusión errónea con nuevos resultados).

RESULTADOS

La sección de RESULTADOS consiste en una descripción más o menos pormenorizada de los datos obtenidos a lo largo de la investigación. A estas alturas de la memoria, el lector ya sabe de qué va el tema de investigación (INTRODUCCIÓN), qué se pretende estudiar (OBJETIVOS) y cómo se pretende abordar ese estudio (PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL), así como las técnicas, materiales y equipos utilizados (MATERIALES Y MÉTODOS). Por tanto, en la sección de RESULTADOS no hace falta repasar nada de todo esto, sino directamente pasar a describir qué hemos obtenido en cada uno de los experimentos realizados. Dependiendo de la naturaleza de la investigación, detallaremos cada experimento individual (si se trata de observaciones únicas) o el promedio de las réplicas que hayamos realizado de un mismo experimento, eso sí, siempre añadiendo el análisis estadístico que acredite el margen de confianza de nuestros resultados.



La libreta de laboratorio no sólo nos facilitará la redacción de la sección anterior, sino también la de los RESULTADOS. En primer lugar, porque nos ahorrará tiempo a la hora de recopilar todos los resultados de todos los experimentos que hemos hecho. En segundo lugar, porque nos facilitará el ordenarlos según un criterio lógico, ya que de la lectura de la libreta se desprenderá muy fácilmente cuál ha sido la línea de pensamiento que nos ha guiado durante la investigación. Y en tercer lugar, porque nos permitirá contrastar resultados aparentemente discrepantes obtenidos en días y condiciones diferentes, ya que estas condiciones deberían estar recogidas en la entrada correspondiente a cada día de la libreta (por ejemplo, si ambos días hemos calibrado el pH-metro o si uno de ellos el electrodo estaba seco y nadie se había molestado en calibrarlo de nuevo, con lo que el pH de los tampones de ese día puede ser muy diferente del que debería haber sido).

Hemos mencionado que los RESULTADOS deben estar ordenados según un criterio lógico. ¿Cuál es este criterio? Evidentemente, no existe uno universal. De entrada, se podría pensar en aplicar por defecto el criterio cronológico (primero los experimentos más antiguos, luego los más recientes), pero el desarrollo de una investigación no siempre es lineal en el tiempo. A veces, un reactivo imprescindible para uno de los primeros experimentos tarda en llegar al laboratorio más de lo normal y no por eso vamos a detener toda actividad, sino que avanzamos experimentos previstos para más tarde. Otras veces, los resultados de unos experimentos tardíos nos hacen replantearnos alguna de las hipótesis iniciales, que debemos volver a comprobar y, si es necesario, volver a formular, diseñando nuevos experimentos “iniciales” mediada ya la investigación. El criterio de ordenación de los RESULTADOS debe ser, en todos los casos, el de la coherencia de pensamiento y el de la coherencia de exposición. Al redactar la memoria, ya tenemos presentes todos nuestros resultados experimentales, así que vale la pena dedicarle un tiempo a diseñar un “guión” para su exposición que permita al lector ir siguiendo todo el rato la lógica del proyecto científico presentado: “primero, hice este experimento con estos resultados; como consecuencia, diseñé este otro experimento, cuyos resultados confirmaron y ampliaron los del primero; en paralelo, fui haciendo un seguimiento de un grupo de voluntarios, con estos datos; y, una vez tuve confirmados los resultados de los primeros experimentos, los apliqué al grupo de voluntarios, con estos resultados finales”. Éste sería un desarrollo ordenado lógicamente de unos RESULTADOS, aunque en la práctica la cronología no fuera exactamente ésta. No hay que perder de vista, en el momento de establecer la lógica discursiva de la sección de RESULTADOS, que como consecuencia de éstos llegaremos más adelante a unas CONCLUSIONES que deben dar respuesta a los OBJETIVOS planteados.

FIGURAS Y TABLAS

La sección de RESULTADOS puede resultar terriblemente aburrida si los datos se exponen únicamente en forma de texto, sin el apoyo de figuras, tablas e imágenes,



según la naturaleza de la investigación realizada. Conviene familiarizarse con diversos programas informáticos que permitan expresar los datos de manera gráfica, es una muy buena inversión para el futuro de una carrera científica, ya que mejoran enormemente la presentación (y, por tanto, la calificación de una memoria, la aceptación de un artículo o la financiación de un proyecto). Todas las figuras y tablas que se utilicen para exponer resultados deben estar citadas y comentadas en el texto de la sección de RESULTADOS.

Para la mentalidad analítica que se le supone a un científico, es evidente que el recurso gráfico que primero se le viene a la mente es el de la TABLA. Sin lugar a dudas, es el mejor método para exponer unos datos complejos, con variables diferentes, con análisis estadísticos cruzados entre grupos, con precisión en las cifras decimales, etc. En una TABLA bien diseñada, se pueden poner todos los datos obtenidos de uno o varios experimentos, se pueden comparar filas con filas y columnas con columnas y se pueden destacar algunos datos sobre otros (por ejemplo, mediante la utilización de negritas o mediante el sombreado o el coloreado de determinadas celdas de la TABLA). Sin embargo, conviene no abusar de las TABLAS, ya que aunque la información esté presentada de la manera más precisa posible, suelen ser muy farragosas de leer y muy difíciles de interpretar visualmente, con lo que es más probable que el lector acabe perdiéndose algunos detalles o no reteniendo información clave.

Cualquier dato susceptible de ser presentado en una TABLA también lo es de ser representado en una GRÁFICA, con la ventaja de que ésta es mucho más fácil de interpretar de un solo golpe de vista. De esta manera, se consigue que el lector retenga de manera más sencilla la información más relevante de los resultados de la memoria, aun a riesgo de perder algo de precisión numérica, ya que en un diagrama de barras, por ejemplo, es más difícil distinguir entre cifras decimales que en una tabla en la que estén escritas. De todas formas, conviene entrenarse para realizar una buena GRÁFICA (por ejemplo, observando abundantes gráficas en la bibliografía), ya que a menudo nos encontramos con gráficas que, más que mostrar la calidad de unos resultados, parecen diseñadas para ocultarla. Hay que elegir el tipo de representación gráfica adecuada a cada conjunto de resultados (en ciencia, las más usadas son las lineales y los histogramas de barras, pero no son las únicas) y, sobre todo, hay que prestar mucha atención a las escalas utilizadas, tanto en ordenadas como en abscisas. Tan incorrecto es magnificar una diferencia minúscula entre dos grupos experimentales minimizando la escala como hacer desaparecer una diferencia pequeña pero estadísticamente sólida al aplicar una escala excesivamente grande. En un histograma, es muy importante ponderar correctamente el grosor de las barras empleadas, porque de no hacerlo el efecto estético puede ser calamitoso.

Según la naturaleza de la investigación, suele ser habitual exponer algunos de los resultados mediante IMÁGENES de observaciones realizadas, ya sea de

fotografías obtenidas en la naturaleza, imágenes de microscopía o películas procedentes del revelado de un *Western blot* o de un gel de agarosa con los productos de una PCR, entre muchas otras posibles. En estos casos, suele ser importante realizar un tratamiento de la imagen antes de insertarla en la memoria. Puede requerir una matización del brillo o el contraste, la incorporación de una barra de escala o la identificación de los diversos carriles de una electroforesis y todo esto es mejor aplicarlo con un programa de tratamiento de imágenes e insertar en la memoria la versión definitiva de la misma.

Cualquiera que sea el formato gráfico utilizado (tabla, gráfica, imagen), la exposición de los resultados no está bien acabada si no va acompañada de un PIE DE FIGURA correcto. En el PIE DE FIGURA, debe constar el identificador numérico de la gráfica en cuestión. Normalmente, se suelen llevar dos numeraciones independientes en paralelo, una para las tablas y otra para las figuras (sean gráficas o imágenes indistintamente). Cada tabla y cada figura se numeran desde la primera (TABLA 1, FIGURA 1) hasta la última (TABLA n, FIGURA m). A continuación, puede ponerse un corto título explicativo de la gráfica, aunque no siempre se hace y hay quien opta por pasar directamente a describir el contenido de la gráfica. En esa descripción hay que hacer referencia a la metodología utilizada (sin detallarla), a los grupos experimentales que se están comparando, a las variables estudiadas, al número de réplicas realizadas y al análisis estadístico empleado. Si la gráfica tiene diversas partes, cada una de ellas debe ir identificada (normalmente con una letra mayúscula, A, B, C, etc.); en estos casos, se puede hacer un solo PIE DE FIGURA para todas las partes, pero se debe explicar cada uno de los paneles de manera independiente. En los casos de imágenes de resultados, resulta imprescindible indicar si se trata de una observación única o si lo que se expone es una de las múltiples imágenes que se han realizado en las diversas réplicas del experimento (lo que se conoce como una imagen representativa). El PIE DE FIGURA se suele escribir con el mismo tipo de letra que el cuerpo principal de la memoria, pero con un tamaño menor, para indicar que es una información adicional (por ejemplo, si se está usando un tamaño de 11 puntos para el texto, el pie se puede hacer con tamaño 9). Aquí hay un pequeño ejemplo:

Figure 3. Kinetic analysis of YFP-tagged rCNT2 constructs by Michaelis–Menten representation in CHO-K1 cells. (A) Na⁺-dependent [³H]guanosine (Guo) uptake (1 min) at increasing concentrations (0.5–100 μM) by YFP-tagged rCNT2 truncated constructs and E25G/E28G mutant in transiently transfected CHO-K1 cells. (B) Kinetic parameters measured using GraphPad Prism software, according to the Michaelis–Menten curve. Results are means±S.E.M. for at least three independent experiments.

DISCUSIÓN

Es, probablemente, la parte más difícil de escribir de cualquier memoria. A menudo, sobre todo entre autores noveles, la DISCUSIÓN se suele limitar a un repaso más o menos crítico de los propios resultados, con pocas (o ninguna) citas bibliográficas, y eso no es una DISCUSIÓN. La DISCUSIÓN consiste, sí, en realizar



una lectura crítica de los resultados presentados, pero poniéndolos en contexto y analizando su relación con ese mismo contexto. Se trata de dar voz a los demás autores que han trabajado sobre el mismo tema y que, obviamente, no pueden hablar por sí mismos en nuestra DISCUSIÓN. Tenemos que debatir los argumentos que ellos probablemente presentarían si en efecto estuviéramos discutiendo con ellos en persona sobre nuestros resultados: ¿Qué opinarían de ellos? ¿Estarían de acuerdo con nosotros? ¿Aceptarían nuestras conclusiones o tendrían explicaciones alternativas?

En otras palabras, hay que realizar una profunda búsqueda bibliográfica sobre cualquier tipo de dato que pueda guardar una relación con los resultados que se presentan, citar correctamente esos datos y reconocer la contribución de sus autores, compararlos con los propios, destacar aquellas coincidencias que refuerzan mutuamente nuestros resultados y los ajenos, y no intentar esconder citas que contengan datos aparentemente contradictorios con los nuestros, sino referirse a ellos e intentar explicar, aunque sea mediante alguna especulación no demostrada (eso sí, indicando claramente que se trata de una especulación), la causa de la discrepancia. Una DISCUSIÓN sin abundantes citas bibliográficas es una mala DISCUSIÓN.

Puede servirnos de ayuda para organizar la DISCUSIÓN el formularnos una serie de preguntas más o menos generales, adaptándolas a cada caso concreto. Aquí van algunas, aunque hay muchas más: ¿Alguien más ha trabajado en el mismo tema que yo? ¿Qué resultados obtuvo? ¿Hay diferencias entre su aproximación experimental y la mía? ¿Hay coincidencia entre sus resultados y los míos? ¿Puedo intentar explicar las discrepancias? ¿Alguien más ha trabajado en mi tema, pero aplicado a otras situaciones diferentes? ¿O en la misma situación, pero sobre temas diferentes? ¿Puedo obtener de cualquiera de ellos alguna información que me pueda ser útil para interpretar mis resultados? ¿O para plantearme más experimentos que me permitan seguir adelante en mi línea de investigación?

En el momento de redactar la DISCUSIÓN es cuando más se aprecia el trabajo en equipo. Resulta muy útil realizar discusiones sobre resultados en las reuniones de grupo, en los seminarios, congresos y conferencias, en reuniones más privadas con directores y supervisores. Suele ser durante estas reuniones cuando aparece un mayor número de ideas derivadas de los resultados, más y mejores explicaciones, más y mejores relaciones con otros datos del propio grupo de investigación o de otros grupos que hayan publicado sobre el tema. En resumen, con este tipo de interacciones se consigue enriquecer notablemente una buena DISCUSIÓN.

Por razones obvias, no existe un esquema lógico general para redactar una DISCUSIÓN, ya que cada investigación nos llevará a resultados diferentes y, por tanto, a contextos diferentes. Suele ser una buena guía la de fijarse en la discusión de artículos ya publicados sobre una temática más o menos parecida a la propia. En



algunos casos, se prefiere realizar una sección única titulada RESULTADOS Y DISCUSIÓN, pero en principio no es una buena idea para una memoria de TFG; no hay que olvidar que todavía estamos en pleno período formativo y no hay mejor formación que la de aprender a redactar una DISCUSIÓN, donde hay que hacer gala de los conocimientos propios, pero también de la capacidad de uno mismo para relacionar conceptos a veces aparentemente alejados unos de otros. El único patrón universal a la hora de redactar una DISCUSIÓN es el de no olvidar que la DISCUSIÓN debe desembocar en la sección siguiente, la de CONCLUSIONES, así que la lógica de nuestro razonamiento debe preparar al lector para entender y aceptar las CONCLUSIONES que le expondremos a continuación.

CONCLUSIONES

Las CONCLUSIONES cierran una memoria. Representan la respuesta a las preguntas formuladas en los OBJETIVOS y eso se debe desprender del redactado de nuestras CONCLUSIONES. La redacción ha de ser clara y sintética; los datos ya se han expuesto en la sección de RESULTADOS y se han interpretado en la DISCUSIÓN, así que ahora no hace falta volver a mencionarlos ni a interpretarlos, sino directamente dar un mensaje sucinto y sin ambigüedad sobre su significado.

Por otra parte, el número de CONCLUSIONES que se presenta ha de ser proporcionado al trabajo realizado y a los OBJETIVOS planteados. Si nos hemos formulado una única pregunta, no la podemos contestar con siete respuestas; si, por el contrario, hemos hecho cuatro preguntas, no las podemos despachar con una única conclusión colectiva. En general, teniendo en cuenta que el trabajo de un TFG normalmente se ha realizado en un semestre, no debería haber más de dos o tres OBJETIVOS concretos y no más de tres o cuatro CONCLUSIONES (¡no hace falta que el número de unos y otras coincida matemáticamente!). Lógicamente, cabe todo tipo de excepciones, si están bien justificadas; por ejemplo, si el objetivo del proyecto era la puesta a punto de una técnica, no hay ningún inconveniente en presentar un solo OBJETIVO y una sola CONCLUSIÓN.

Por lo general, las CONCLUSIONES no deberían ocupar más de la mitad o los tres cuartos de una página. Si vemos que nos estamos alargando más de lo recomendable, ya sea por el número o por la extensión de las CONCLUSIONES, lo más probable es que estemos repitiendo información que ya hemos dado en la DISCUSIÓN (y que por lo tanto podemos eliminar aquí) o que esos argumentos que estamos incorporando a la CONCLUSIÓN deberían encontrar su sitio en la DISCUSIÓN (y, por lo tanto, también deberían desaparecer de aquí).

BIBLIOGRAFÍA

Una buena BIBLIOGRAFÍA dice mucho sobre la calidad de una memoria. Ha de estar actualizada, con las citas relevantes más recientes posibles, pero sin olvidar referencias más antiguas pero que resultan imprescindibles para entender el proyecto en su globalidad. Si está bien situada en el texto, ayuda mucho a la comprensión del proyecto por parte del lector, que cuando ve un dato apoyado por una referencia bibliográfica sabe que no se trata de una mera especulación del autor, sino de un dato contrastado y aceptado por la comunidad científica.

La sección BIBLIOGRAFÍA viene a continuación de la de CONCLUSIONES y, por tanto, no se suele considerar parte del cuerpo de una memoria. Incluso se puede utilizar un tipo de letra menor para que ocupe menos espacio. Es imprescindible especificar, para cada referencia, todos los autores, con sus apellidos y las iniciales de sus nombres, en el mismo orden en que aparecen en el artículo original. También se debe dar la referencia completa del artículo: revista (el nombre puede ir abreviado según las reglas internacionales), volumen, página de inicio y página final y año de publicación. Aunque no es obligatorio, suele ser también muy útil añadir el título del artículo. La manera de presentar la BIBLIOGRAFÍA debe ser coherente a lo largo de todo el listado, no puede haber unas citas con un estilo y otras con otro diferente. Se pueden utilizar negritas, cursivas o subrayados para destacar los autores, el título o la revista. Aquí hay un ejemplo:

Lajoie P, Goetz JG, Dennis JW, Nabi IR. Lattices, rafts, and scaffolds: domain regulation of receptor signaling at the plasma membrane. *J.Cell.Biol.*, 185: 381-385, 2009

¿Qué es lo que conviene apoyar con referencias bibliográficas correctas? Por un lado, obviamente, la INTRODUCCIÓN. Cuando presentamos un tema, debemos dar todo el contexto del mismo y, para ello, debemos hacer referencia a cuantos autores anteriores han contribuido al mismo, indicando en qué ha consistido su contribución y de qué manera se relaciona con nuestro proyecto. En una INTRODUCCIÓN de una memoria de TFG fácilmente puede haber de quince a veinte referencias diferentes. A continuación, se debe dar la referencia bibliográfica correcta de las técnicas descritas en MATERIALES Y MÉTODOS; evidentemente, en técnicas muy conocidas o de autoría múltiple no hace falta añadir una referencia (¡nadie se refiere a Beer y Lambert como bibliografía sobre espectrofotometría!), pero en técnicas más particulares o que han sufrido modificaciones críticas para el éxito del experimento sí hace falta indicar a qué autor se debe la aportación. El número de referencias de la sección de MATERIALES Y MÉTODOS es muy variable, ya que depende de las técnicas utilizadas en cada caso. Por último, hay que aportar abundantes referencias bibliográficas en la DISCUSIÓN, tal y como hemos indicado en su sección correspondiente. Para interpretar nuestros resultados, es del todo indispensable referirse a todos aquellos artículos que aportan información importante para esa interpretación. Es posible que buena parte de las referencias bibliográficas de

la DISCUSIÓN se hayan citado previamente en la INTRODUCCIÓN, ya que el contexto de ambas debe ser forzosamente muy semejante, pero también suele darse que en la DISCUSIÓN se hace referencia a aspectos más tangenciales del proyecto, que son muy importantes para la interpretación y contextualización de nuestros resultados pero no para la descripción general del tema realizada en la INTRODUCCIÓN, por lo que a lo largo de la DISCUSIÓN pueden aparecer algunas referencias por primera vez en la memoria. En general, en una DISCUSIÓN el número de citas bibliográficas puede ser más o menos semejante al de la INTRODUCCIÓN, incluso algo mayor.

Para que la BIBLIOGRAFÍA resulte útil debe estar ordenada, tanto en el texto como al final de la memoria. Existen básicamente dos mecanismos de ordenación de la BIBLIOGRAFÍA: numérico y alfabético, sin que sea más recomendable uno que otro.

En el primer caso, en el texto se indica la referencia mediante un número arábigo, normalmente entre corchetes y como superíndice (^[1], ^[2], etc.), por orden de aparición; si más adelante se vuelve a utilizar esa misma referencia en otra parte del texto, no se le asigna un nuevo número, sino que se usa el número que se le asignó por primera vez. En la sección de la BIBLIOGRAFÍA, las referencias se ordenan numéricamente, desde la primera a la última, indicando el número atribuido a cada una de ellas. Este método es particularmente útil si se utilizan referencias de webgrafía, que no suelen tener un autor fácilmente identificable; en este caso, la referencia web se trata como una referencia bibliográfica más, atribuyéndole su número según le corresponda en el texto e incorporándola al listado final en la posición correspondiente.

En el caso de la ordenación alfabética, la sección de la BIBLIOGRAFÍA, obviamente, está ordenada según este criterio, aplicado al apellido del primer autor de cada artículo citado (el primer artículo del listado sería Aaronson y el último, Zwiesel). En el cuerpo del texto, al hacer la referencia hay que citar el apellido del primer autor, para poder localizarlo en el listado si le interesa al lector. Para ello, lo más normal es seguir las siguientes reglas:

1. Si es un autor individual se cita entre paréntesis su apellido (sin las iniciales del nombre) y el año de la publicación: (Aaronson, 2014).
2. Si hay dos autores en el artículo, se les cita a ambos: (Aaronson y Zwiesel, 2015).
3. Si hay más de dos autores, se cita solamente el primero de ellos y se añade la abreviatura *et al.* (en cursiva y con punto: significa *et alii*, y otros): (Aaronson *et al.*, 2016)

Al seguir la ordenación alfabética, nos podemos encontrar con el problema de las referencias web: cómo se indican en el texto y cómo se incorporan al listado final. En este caso, podéis utilizar el nombre de la entidad cuya web se está citando como si



fuera un apellido, tanto en la referencia en el cuerpo del texto como en el listado final. Aquí tenéis un ejemplo:

Referencia en el texto: (NASA, 2013).

Referencia en el listado:

NASA Kennedy Space Center. Frequently Asked Questions. En The NASA Homepage [en línea]. 3 de mayo de 2013 [consulta: 8 de maig de 2014]. Disponible en:

<<http://www.nasa.gov/centers/kennedy/about/information/faq.html>>.

ANEXOS

Los diversos ANEXOS son secciones donde añadir información accesoria que no resulta imprescindible para la comprensión del proyecto y que ocupan espacio del cuerpo central de la memoria, pero que pueden resultar útiles para determinados lectores. No son obligatorios, ni mucho menos, y la mayoría de las memorias no necesitan llevar ANEXO alguno. Suelen ser útiles, por ejemplo, para incorporar los resultados individuales de los análisis de un grupo de voluntarios, cuyos datos agregados y con su correspondiente estadística se han presentado en la sección de RESULTADOS. O para añadir abundantes fotos o imágenes de ensayos individuales o de observaciones particulares. Cada uno debe valorar si posee alguna de estas informaciones adicionales y si quiere mostrarla en un ANEXO o no.

ASPECTOS FORMALES

Bajo este título, vamos a dar algunos consejos para que la memoria quede más correcta desde el punto de vista formal, lo que no afecta a la calidad científica del trabajo realizado, pero sí a su presentación ante el público (entre otros, ante el tribunal que la ha de juzgar, que siempre estará más inclinado a favor de una memoria bien presentada).

ORTOGRAFÍA. En la época de las viejas máquinas de escribir y las copias con papel carbón, cometer una falta de ortografía y no rectificarla se podía perdonar por lo compleja que resultaba su corrección, pero en la era digital, con ordenadores y correctores ortográficos, no es disculpable en ningún caso. El problema suele venir cuando una palabra tiene diversas grafías y se utiliza la equivocada; en esos casos, el corrector no detecta falta alguna, pero existe una falta de ortografía, incluso grave. Una memoria con faltas de ortografía deslucen mucho el trabajo científico que hay detrás e indica una mala formación global de quien la presenta. Conviene repasar la memoria antes de imprimirla.

SÍNTAXIS. También se ha de controlar la sintaxis y, en este caso, los problemas más habituales suelen ser la falta de concordancia de número y género y en los tiempos verbales. La primera se resuelve con una lectura pausada de la versión final de la memoria antes de imprimirla: hay que buscar un sustantivo en singular y un verbo en



plural o un nombre femenino con un adjetivo o un pronombre masculinos. En cuanto a los tiempos verbales, la exposición de hechos conocidos (por ejemplo, la INTRODUCCIÓN) y la interpretación de los resultados (DISCUSIÓN) se pueden hacer en tiempo presente, mientras que la descripción de nuestros experimentos (MATERIALES Y MÉTODOS) y nuestros resultados (RESULTADOS) suelen quedar mejor en pasado, pero no se trata de ninguna norma establecida. Hay que redactar como cada uno se sienta más cómodo, pero, eso sí, vigilando que no haya errores sintácticos.

PUNTUACIÓN. Resulta fundamental saber utilizar los signos de puntuación, muy en particular las comas, que no son unas rayitas distribuidas aleatoriamente en el texto, sino que tienen una finalidad determinada y pueden ayudar enormemente a expresar una idea o, por el contrario, a desestructurarla hasta el punto de hacerla irreconocible. Jamás se utiliza una coma para separar un sujeto de un predicado, la frase pierde inmediatamente todo su significado. No siempre es imprescindible utilizar comas para separar una oración principal de una subordinada. Siempre es imprescindible utilizarlas para separar un inciso secundario, pero en este caso siempre deben ir por parejas, al inicio y al final del inciso. Los puntos y seguido separan frases del mismo contexto; cuando el contexto cambia sustancialmente, hay que poner un punto y aparte e iniciar un nuevo párrafo. Los párrafos deben empezar con una sangría inicial no muy grande (1-1,5 cm).

IDIOMA. No es un aspecto fundamental, se puede presentar en catalán, castellano o inglés indistintamente y no afecta para nada ni a la presentación ni a la calificación. Pero se elija el idioma que se elija, hay que escribirlo correctamente. Si en algún momento tenéis alguna duda, una buena idea es la de escribir esa misma frase o párrafo en el idioma en que se está escribiendo la memoria y utilizar uno de los traductores on-line a alguno de los otros dos idiomas; a veces, al comparar la manera de expresar una idea en dos o tres idiomas diferentes nos hace ver si estamos cometiendo algún error o nos da una redacción alternativa (y más correcta).

ABREVIATURAS. Son muy útiles en la redacción de una memoria, pero pueden ser un suplicio para su lectura si hay demasiadas. En general, conviene reducir el uso de abreviaturas al mínimo, utilizando sólo aquellas abreviaturas convencionales que estén universalmente aceptadas (DNA, ATP, PCR...) y las que, sin serlo, resulten imprescindibles en el contexto del proyecto que se presenta. Si se utilizan abreviaturas no convencionales, hay que hacer un listado de las mismas al inicio de la memoria, para facilitar su comprensión por parte del lector. También suele ser útil escribir el nombre completo la primera vez que se utiliza en el texto junto a la abreviatura (entre paréntesis) que se utilizará a partir de entonces. Ejemplo: "Se determinaron los niveles plasmáticos del polipéptido antiamiloideo hepático (AHP) en pacientes..."



NOMBRES CIENTÍFICOS. Y por último un ruego desde la Facultad de Biología: ¡¡¡los nombres científicos deben estar bien citados!!! Desde Carl von Linné, los nombres científicos de cualquier especie biológica constan de dos partes, el género y la especie, que deben ser escritos en cursiva (o subrayados), el género con mayúscula inicial y la especie totalmente en minúsculas: *Homo sapiens*, *Mus musculus*, *Arabidopsis thaliana*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Clostridium botulinum*. En algunos casos, al ser muy conocido, se puede suprimir el nombre del género, sustituyéndolo sólo por su inicial en mayúsculas y un punto, pero manteniendo la cursiva: *E.coli*, *S. cerevisae*.



RESUM

Tot treball científic (i la memòria del TFG n'és un) ha de contenir un breu RESUM (en anglès, un *abstract*) que reculli en poques paraules el més important del text que ve a continuació. Sol ser una bona idea mantenir la mateixa estructura de la memòria, però canviant dràsticament les proporcions. Es pot començar amb una o dues frases introductòries per situar el tema i ràpidament descriure l'objectiu principal del projecte (fins i tot és possible començar el RESUM amb l'objectiu i deixar les frases introductòries en segon lloc). A continuació, cal fer referència al pla de treball seguit, encara que pràcticament sense detalls metodològics. S'ha d'exposar els resultats més rellevants i una breu interpretació dels mateixos, que permeti tancar el resum amb una conclusió general del projecte realitzat. En el cas de les memòries de TFG, s'exigeix que la redacció del RESUM sigui en anglès per demostrar una mínima competència en la utilització escrita d'aquest idioma.

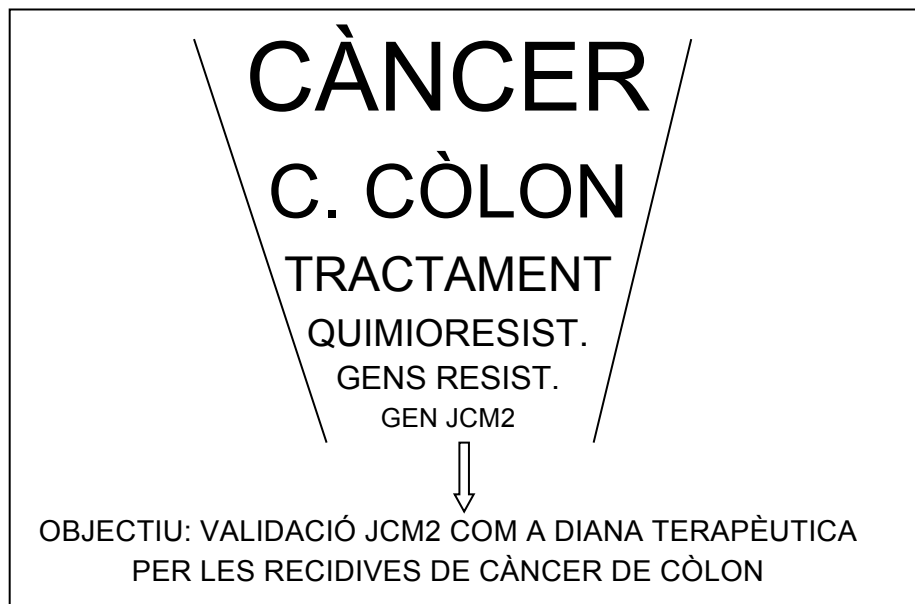
INTRODUCCIÓ

La INTRODUCCIÓ ha de recollir els coneixements actuals sobre el tema en el qual es basa el treball. Per a això, és imprescindible realitzar una bona cerca bibliogràfica, sobretot de la més recent. Cal intentar no referir-se exclusivament a les contribucions del grup de recerca en el qual s'està treballant, sinó que cal incorporar bona part del coneixement universal que es té sobre el tema i això implica citar a autors d'altres grups, amb opinions sovint oposades, quan no clarament discrepants. En el redactat de la INTRODUCCIÓ cal intentar harmonitzar aquests coneixements, posant de manifest el que se sap i està plenament acceptat i deixant en un plànol més especulatiu les teories (sovint les més recents) que encara estan sotmeses a discussió dins de la comunitat científica. En una publicació científica, en la qual l'espai està molt limitat, la INTRODUCCIÓ sol ser molt curta i enormement focalitzada en aquell aspecte científic de què tracta l'article; no obstant això, en memòries com les de TFG, màster o tesi doctoral, sense limitació d'espai o amb limitacions més liberals, l'enfocament ha de ser més ampli i ha de demostrar el grau de coneixement de l'autor sobre el tema, no només dels aspectes puntuals sobre els quals ha realitzat un treball experimental, sinó sobretot l'entorn en el qual s'enquadren aquests experiments (el que en anglès es denomina el *background* o el *state-of-the-art*).

L'organització correcta d'una INTRODUCCIÓ (al menys, de les idees, no vol dir que la redacció hagi de seguir estrictament aquest esquema, tot i que tampoc és una mala idea) la podem interpretar com una espècie de "embut d'idees". Ha de començar amb algunes referències (poques) al context més ampli possible sobre el qual s'ha treballat i, gradualment, s'ha d'anar centrant el focus en aquells aspectes més particulars que s'han desenvolupat en el treball la memòria del qual s'està presentant. En la INTRODUCCIÓ perfecta, gairebé no faria falta ni descriure els OBJECTIUS del

treball, ja que el lector, en arribar al final de la mateixa, s'acabaria fent les mateixes preguntes que al seu moment es va fer l'investigador quan se'ls va plantejar.

Aquí hi ha un exemple gràfic:



OBJECTIUS I PLANTEJAMENT EXPERIMENTAL

Els OBJECTIUS han d'estar formats per una sèrie de preguntes (explícites o implícites) que són les que l'investigador s'ha formulat teòricament abans de començar la seva recerca. En la pràctica, gairebé mai és així: sol haver-hi una o dues preguntes que sí són prèvies a la recerca, però al llarg del transcurs d'aquesta, sorgeixen noves preguntes (nous objectius), es reorienten algunes de les inicials, es descarten, se substitueixen per altres davant alguna impossibilitat tècnica, etc. En una bona memòria, les preguntes plantejades en els OBJECTIUS han de ser resoltes amb les respostes recollides en les CONCLUSIONS (parlarem d'elles al seu moment). Dels OBJECTIUS s'ha de desprendre si l'investigador domina el projecte en la seva globalitat o si només ha après a fer uns experiments sense saber molt bé per a què els fa.

Normalment, els OBJECTIUS solen tenir una estructura jeràrquica: existeix un gran OBJECTIU inicial (que no sol variar al llarg d'una recerca) i, per sota d'aquest, sol haver-hi altres OBJECTIUS més concrets, específics (que potser hagin anat variant o no durant la recerca). Si aquest és el cas, sol ser una bona idea exposar-los precisament en aquest ordre: primer, un paràgraf dedicat a l'OBJECTIU GENERAL (encara que sigui curt, però desenvolupant una mica la idea general, utilitzant les idees que s'han exposat en la INTRODUCCIÓ) i, a continuació, en un altre paràgraf o desgranats en una llista numerada, els diversos OBJECTIUS ESPECÍFICS que es pretenien aconseguir amb el treball experimental.



A continuació hi ha un exemple d'estructura jeràrquica dels OBJECTIUS:

Paràgraf 1: OBJECTIU GENERAL: Determinar el paper de l'estrès oxidatiu en el metabolisme de la cèl·lula tumoral.

Paràgraf 2: OBJECTIUS ESPECÍFICS: Determinar l'activitat citocrom oxidasa en cèl·lules tumorals en condicions basals o després de l'addició de diversos fàrmacs antitumorals. Determinació del grau d'apoptosi en accelerar l'estrès oxidatiu mitjançant l'addició de peròxid d'hidrogen.

Alternativa al Paràgraf 2: LLISTA D'OBJECTIUS ESPECÍFICS

1. Determinar l'activitat citocrom oxidasa en cèl·lules tumorals en condicions basals o després de l'addició de diversos fàrmacs antitumorals.
2. Determinació del grau d'apoptosi en accelerar l'estrès oxidatiu mitjançant l'addició de peròxid d'hidrogen.

Encara que no és obligatori, sol ajudar a comprendre els OBJECTIUS l'afegir en aquesta secció un breu resum del PLANTEJAMENT EXPERIMENTAL realitzat. Sense referir-se als detalls tècnics (que vénen en la secció següent), es pot realitzar un relat sintètic de quins han estat els experiments realitzats i quina relació tenen amb els OBJECTIUS plantejats; és a dir, alguna cosa així com "he fet això per esbrinar allò altre". És possible, fins i tot, fer aquest plantejament experimental també en forma de llista ordenada: pas 1, vaig fer això; pas 2, vaig seguir amb això; pas 3, per acabar, vam fer això.

MATERIALS I MÈTODES

Aquesta és la part probablement més fàcil d'escriure en una memòria, sobretot si s'ha seguit la regla d'or del científic experimental: mantenir una bona llibreta de laboratori. La llibreta de laboratori ve a ser com el quadern de bitàcola d'un vaixell: amb un format de diari, cal indicar cada dia totes les incidències sobrevingudes, les tècniques utilitzades, els materials emprats, l'equipament usat, les marques de reactius i aparells, les seves característiques tècniques fonamentals, els detalls d'una tècnica que hem modificat sobre el protocol original i, si com sol ser habitual els resultats s'emmagatzemen en un suport addicional (per exemple, en carpetes, caixes de mostres, armaris o arxius d'ordinador), en l'entrada de cada dia de la llibreta cal indicar de manera inconfusible on estan emmagatzemats els resultats obtinguts aquell dia. Si es té la precaució de mantenir una llibreta de laboratori actualitzada i amb suficient informació, tant aquesta secció (MATERIALS I MÈTODES) com la següent (RESULTATS), no haurien de ser difícils de redactar.

Els MATERIALS I MÈTODES també han d'anar ordenats. En general, per a cada tècnica principal utilitzada convé obrir un apartat específic en el qual es descriu



la tècnica en si, els materials emprats i l'equipament utilitzat. Per què parlem de tècnica principal? Perquè no totes les tècniques utilitzades mereixen ser descrites amb igual detall en aquesta secció. Hi ha tot un seguit de tècniques auxiliars molt elementals que no cal detallar en uns bons MATERIALS I MÈTODES. Per exemple, l'espectrofotometria, el càlcul de dilucions o la tècnica d'enfocament d'un microscopi òptic s'ha estudiat... en primer de carrera!!! Se suposa que un estudiant que presenta la seva memòria de TFG ha de dominar aquestes tècniques i, per tant, no fa falta que les descriui en la seva memòria (*n. b.*: si no les arribés a dominar... que repassi els seus apunts de primer!!!). Altres tècniques sí representen el nucli experimental del projecte i sí mereixen una descripció detallada, encara que en alguns casos també s'hagin desenvolupat en la carrera: *Western blot*, ELISA, PCR, cultius cel·lulars, etc. En aquests casos, encara que la tècnica sigui més o menys coneguda, els detalls varien en cada cas individual, així que val la pena descriure'ls correctament: anticossos utilitzats, mètode de luminescència, seqüències dels *primers* utilitzats, etc. Evidentment, si les tècniques utilitzades són més específiques encara o fins i tot si es tracta de la posada a punt d'una nova tècnica, la necessitat de detalls és encara més gran. En treballs realitzats amb subjectes humans, cal descriure clarament els grups experimentals realitzats (edat, sexe, estat físic, pes, etc.), els criteris d'exclusió aplicats (si és que hi havia algun), l'existència d'un consentiment informat i d'un protocol ètic aprovat, el tipus d'intervenció realitzat, etc. És molt important també afegir un apartat dedicat a l'anàlisi estadística realitzada (en els casos en què s'hagi fet alguna). Idealment, uns MATERIALS I MÈTODES correctament escrits haurien de permetre a qualsevol investigador que els llegís reproduir els experiments descrits per l'autor (permetent així complir amb dues de les regles bàsiques de la bona ciència, la reproductibilitat dels resultats i la possibilitat de rebatre una conclusió errònia amb nous resultats).

RESULTATS

La secció de RESULTATS consisteix en una descripció més o menys detallada de les dades obtingudes al llarg de la recerca. En aquest punt de la memòria, el lector ja sap de què va el tema de recerca (INTRODUCCIÓ), què es pretén estudiar (OBJECTIUS) i com es pretén abordar l'estudi (PLANTEJAMENT EXPERIMENTAL), així com les tècniques, materials i equips utilitzats (MATERIALS I MÈTODES). Per tant, en la secció de RESULTATS no fa falta repassar gens de tot això, sinó directament passar a descriure què hem obtingut en cadascun dels experiments realitzats. Depenent de la naturalesa de la recerca, detallarem cada experiment individual (si es tracta d'observacions úniques) o la mitjana de les rèpliques que hàgim realitzat d'un mateix experiment, això sí, sempre afegint l'anàlisi estadística que acrediti el marge de confiança dels nostres resultats.

La llibreta de laboratori no només ens facilitarà la redacció de la secció anterior, sinó també la dels RESULTATS. En primer lloc, perquè ens estalviarà temps a l'hora



de recopilar tots els resultats de tots els experiments que hem fet. En segon lloc, perquè ens facilitarà ordenar-los segons un criteri lògic, ja que de la lectura de la llibreta es desprendreà molt fàcilment quina ha estat la línia de pensament que ens ha guiat durant la recerca. I en tercer lloc, perquè ens permetrà contrastar resultats aparentment discrepants obtinguts en dies i condicions diferents, ja que aquestes condicions haurien d'estar recollides en l'entrada corresponent a cada dia de la llibreta (per exemple, si tots dos dies hem calibrat el pH-metre o si un d'ells l'elèctrode estava sec i ningú s'havia molestat a calibrar-ho de nou, amb el que el pH dels tampons d'aquest dia pot ser molt diferent del que hauria d'haver estat).

Hem esmentat que els RESULTATS han d'estar ordenats segons un criteri lògic. Quin és aquest criteri? Evidentment, no existeix un d'universal. D'entrada, es podria pensar a aplicar per defecte el criteri cronològic (primer els experiments més antics, després els més recents), però el desenvolupament d'una recerca no sempre és lineal en el temps. De vegades, un reactiu imprescindible per a un dels primers experiments triga a arribar al laboratori més del normal i no per això detindrem tota activitat, sinó que avancem experiments previstos per més tard. Altres vegades, els resultats d'uns experiments tardans ens fan replantejar-nos alguna de les hipòtesis inicials, que hem de tornar a comprovar i, si és necessari, tornar a formular, dissenyant nous experiments "inicials" avançada ja la recerca. El criteri d'ordenació dels RESULTATS ha de ser, en tots els casos, el de la coherència de pensament i el de la coherència d'exposició. En redactar la memòria, ja tenim presents tots els nostres resultats experimentals, així que val la pena dedicar-li un temps a dissenyar un "guió" per a la seva exposició que permeti al lector anar seguint tota la lògica del projecte científic presentat: "primer, vaig fer aquest experiment amb aquests resultats; com a conseqüència, vaig dissenyar aquest altre experiment, els resultats del qual van confirmar i van ampliar els del primer; en paral·lel, vaig anar fent un seguiment d'un grup de voluntaris, amb aquestes dades; i, una vegada vaig tenir confirmats els resultats dels primers experiments, els vaig aplicar al grup de voluntaris, amb aquests resultats finals". Aquest seria un desenvolupament ordenat lògicament d'uns RESULTATS, encara que en la pràctica la cronologia no fos exactament aquesta. No cal perdre de vista, al moment d'establir la lògica discursiva de la secció de RESULTATS, que com a conseqüència d'aquests arribarem més endavant a unes CONCLUSIONS que han de donar resposta als OBJECTIUS plantejats.

FIGURES I TAULES

La secció de RESULTATS pot resultar terriblement avorrida si les dades s'exposen únicament en forma de text, sense el suport de figures, taules i imatges, segons la naturalesa de la recerca realitzada. Convé familiaritzar-se amb diversos programes informàtics que permetin expressar les dades de manera gràfica, és una molt bona inversió per al futur d'una carrera científica, ja que milloren enormement la presentació (i, per tant, la qualificació d'una memòria, l'acceptació d'un article o el



finançament d'un projecte). Totes les figures i taules que s'utilitzin per exposar resultats han d'estar citades i comentades al text de la secció de RESULTATS.

Per a la mentalitat analítica que se li suposa a un científic, és evident que el recurs gràfic que primer se li ve a la ment és el de la TAULA. Sense cap dubte, és el millor mètode per exposar unes dades complexes, amb variables diferents, amb anàlisis estadístiques creuades entre grups, amb precisió en les xifres decimals, etc. En una TAULA ben dissenyada, es poden posar totes les dades obtingudes d'un o diversos experiments, es poden comparar files amb files i columnes amb columnes i es poden destacar algunes dades sobre unes altres (per exemple, mitjançant la utilització de la negreta o mitjançant l'ombreig o l'acoloriment de determinades cel·les de la TAULA). No obstant això, convé no abusar de les TAULES, ja que encara que la informació estigui presentada de la manera més precisa possible, solen ser molt feixugues de llegir i molt difícils d'interpretar visualment, amb el que és més probable que el lector acabi perdent-se alguns detalls o no retenint informació clau.

Qualsevol dada susceptible de ser presentada en una TAULA també ho és de ser representat en una GRÀFICA, amb l'avantatge que aquesta és molt més fàcil d'interpretar d'un sol cop de vista. D'aquesta manera, s'aconsegueix que el lector retengui de manera més senzilla la informació més rellevant dels resultats de la memòria, encara que amb el risc de perdre una mica de precisió numèrica, ja que en un diagrama de barres, per exemple, és més difícil distingir entre xifres decimals que en una taula en la qual estiguin escrites. De totes maneres, convé entrenar-se per realitzar una bona GRÀFICA (per exemple, observant abundants gràfiques en la bibliografia), ja que sovint ens trobem amb gràfiques que, més que mostrar la qualitat d'uns resultats, semblen dissenyades per ocultar-la. Cal triar el tipus de representació gràfica adequada a cada conjunt de resultats (en ciència, les més usades són les lineals i els histogrames de barres, però no són les úniques) i, sobretot, cal prestar molta atenció a les escales utilitzades, tant en ordenades com en abscisses. Tan incorrecte és magnificar una diferència minúscula entre dos grups experimentals minimitzant l'escala com fer desaparèixer una diferència petita però estadísticament sòlida en aplicar una escala excessivament gran. En un histograma, és molt important ponderar correctament el grossor de les barres emprades, perquè de no fer-ho l'efecte estètic pot ser horrorós.

Segons la naturalesa de la recerca, sol ser habitual exposar alguns dels resultats mitjançant IMATGES d'observacions realitzades, ja sigui de fotografies obtingudes en la natura, imatges de microscòpia o pel·lícules procedents del revelat d'un *Western blot* o d'un gel d'agarosa amb els productes d'una PCR, entre moltes altres possibles. En aquests casos, sol ser important realitzar un tractament de la imatge abans d'inserir-la en la memòria. Pot requerir una matisació de la lluentor o el contrast, la incorporació d'una barra d'escala o la identificació dels diversos carrils

d'una electroforesi i tot això és millor aplicar-ho amb un programa de tractament d'imatges i inserir en la memòria la versió definitiva de la mateixa.

Qualsevol que sigui el format gràfic utilitzat (taula, gràfica, imatge), l'exposició dels resultats no està ben acabada si no va acompanyada d'un PEU DE FIGURA correcte. En el PEU DE FIGURA, ha de constar l'identificador numèric de la gràfica en qüestió. Normalment, se solen portar dues numeracions independents en paral·lel, una per a les taules i una altra per a les figures (siguin gràfiques o imatges indistintament). Cada taula i cada figura es numeren des de la primera (TAULA 1, FIGURA 1) fins a l'última (TAULA n, FIGURA m). A continuació, pot posar-se un curt títol explicatiu de la gràfica, encara que no sempre es fa i hi ha qui opta per passar directament a descriure el contingut de la gràfica. En aquesta descripció cal fer referència a la metodologia utilitzada (sense detallar-la), als grups experimentals que s'estan comparant, a les variables estudiades, al nombre de rèpliques realitzades i a l'anàlisi estadística empleat. Si la gràfica té diverses parts, cadascuna d'elles ha d'anar identificada (normalment amb una lletra majúscula, A, B, C, etc.); en aquests casos, es pot fer un sol PEU DE FIGURA per a totes les parts, però s'ha d'explicar cadascun dels panells de manera independent. En els casos d'imatges de resultats, resulta imprescindible indicar si es tracta d'una observació única o si el que s'exposa és una de les múltiples imatges que s'han realitzat en les diverses rèpliques de l'experiment (el que es coneix com una imatge representativa). El PEU DE FIGURA se sol escriure amb el mateix tipus de lletra que el cos principal de la memòria, però amb una grandària menor, per indicar que és una informació addicional (per exemple, si s'està usant una grandària d'11 punts per al text, el peu es pot fer amb grandària 9). Aquí hi ha un petit exemple:

Figure 3. Kinetic analysis of YFP-tagged rCNT2 constructs by Michaelis–Menten representation in CHO-K1 cells. (A) Na⁺-dependent [³H]guanosine (Guo) uptake (1 min) at increasing concentrations (0.5–100 μM) by YFP-tagged rCNT2 truncated constructs and E25G/E28G mutant in transiently transfected CHO-K1 cells. (B) Kinetic parameters measured using GraphPad Prism software, according to the Michaelis–Menten curve. Results are means±S.E.M. for at least three independent experiments.

DISCUSSIÓ

És, probablement, la part més difícil d'escriure de qualsevol memòria. Sovint, sobretot entre autors novells, la DISCUSSIÓ se sol limitar a un repàs més o menys crític dels propis resultats, amb poques (o cap) cites bibliogràfiques, i això no és una DISCUSSIÓ. La DISCUSSIÓ consisteix, sí, a realitzar una lectura crítica dels resultats presentats, però posant-los en context i analitzant la seva relació amb aquest mateix context. Es tracta de donar veu als altres autors que han treballat sobre el mateix tema i que, òbviament, no poden parlar per si mateixos en la nostra DISCUSSIÓ. Hem de debatre els arguments que ells probablement presentarien si en efecte estiguéssim discutint amb ells en persona sobre els nostres resultats: Què opinarien d'ells? Estarien d'acord amb nosaltres? Acceptarien les nostres conclusions o tindrien explicacions alternatives?



En altres paraules, cal realitzar una profunda cerca bibliogràfica sobre qualsevol tipus de dada que pugui guardar una relació amb els resultats que es presenten, citar correctament aquestes dades i reconèixer la contribució dels seus autors, comparar els seus resultats amb els propis, destacar aquelles coincidències que reforcen mútuament els nostres resultats i els aliens, i no intentar amagar cites que continguin dades aparentment contradictòries amb les nostres, sinó referir-se a elles i intentar explicar, encara que sigui mitjançant alguna especulació no demostrada (això sí, indicant clarament que es tracta d'una especulació), la causa de la discrepància. Una DISCUSSIÓ sense abundants cites bibliogràfiques és una mala DISCUSSIÓ.

Pot servir-nos d'ajuda per organitzar la DISCUSSIÓ el formular-nos una sèrie de preguntes més o menys generals, adaptant-les a cada cas concret. Aquí van algunes, encara que hi ha moltes més: Algú més ha treballat en el mateix tema que jo? Quins resultats va obtenir? Hi ha diferències entre la seva aproximació experimental i la meua? Hi ha coincidència entre els seus resultats i els meus? Puc intentar explicar les discrepàncies? Algú més ha treballat en el meu tema, però aplicat a altres situacions diferents? O en la mateixa situació, però sobre temes diferents? Puc obtenir de qualsevol d'ells alguna informació que em pugui ser útil per interpretar els meus resultats? O per plantejar-me més experiments que em permetin seguir endavant en la meua línia de recerca?

Al moment de redactar la DISCUSSIÓ és quan més s'aprecia el treball en equip. Resulta molt útil realitzar discussions sobre resultats en les reunions de grup, en els seminaris, congressos i conferències, en reunions més privades amb directors i supervisors. Sol ser durant aquestes reunions quan apareix un major nombre d'idees derivades dels resultats, més i millors explicacions, més i millors relacions amb altres dades del propi grup de recerca o d'altres grups que hagin publicat sobre el tema. En resum, amb aquest tipus d'interaccions s'aconsegueix enriquir notablement una bona DISCUSSIÓ.

Per raons òbvies, no existeix un esquema lògic general per redactar una DISCUSSIÓ, ja que cada recerca ens portarà a resultats diferents i, per tant, a contextos diferents. Sol ser una bona guia la de fixar-se en la discussió d'articles ja publicats sobre una temàtica més o menys semblant a la pròpia. En alguns casos, es prefereix realitzar una secció única titulada RESULTATS I DISCUSSIÓ, però en principi no és una bona idea per a una memòria de TFG; no cal oblidar que encara estem en ple període formatiu i no hi ha millor formació que la d'aprendre a redactar una DISCUSSIÓ, on cal fer gala dels coneixements propis, però també de la pròpia capacitat de relacionar conceptes de vegades aparentment allunyats uns dels altres. L'únic patró universal a l'hora de redactar una DISCUSSIÓ és el de no oblidar que la DISCUSSIÓ ha de desembocar en la secció següent, la de CONCLUSIONS, així que



la lògica del nostre raonament ha de preparar al lector per entendre i acceptar les CONCLUSIONS que li exposarem a continuació.

CONCLUSIONS

Les CONCLUSIONS tanquen una memòria. Representen la resposta a les preguntes formulades en els OBJECTIUS i això s'ha de desprendre del redactat de les nostres CONCLUSIONS. La redacció ha de ser clara i sintètica; les dades ja s'han exposat en la secció de RESULTATS i s'han interpretat en la DISCUSSIÓ, així que ara no fa falta tornar a esmentar-les ni a interpretar-les, sinó directament donar un missatge succint i sense ambigüitat sobre el seu significat.

D'altra banda, el nombre de CONCLUSIONS que es presenta ha de ser proporcionat al treball realitzat i als OBJECTIUS plantejats. Si ens hem formulat una única pregunta, no la podem contestar amb set respostes; si, per contra, hem fet quatre preguntes, no les podem despatxar amb una única conclusió col·lectiva. En general, tenint en compte que el treball d'un TFG normalment s'ha realitzat en un semestre, no hauria d'haver-hi més de dos o tres OBJECTIUS concrets i no més de tres o quatre CONCLUSIONS (no fa falta que el nombre d'uns i altres coincideixi matemàticament!). Lògicament, hi cap tot tipus d'excepcions, si estan ben justificades; per exemple, si l'objectiu del projecte era la posada a punt d'una tècnica, no hi ha cap inconvenient a presentar un sol OBJECTIU i una sola CONCLUSIÓ.

En general, les CONCLUSIONS no haurien d'ocupar més de la meitat o tres quarts d'una pàgina. Si veiem que ens estem allargant més del recomanable, ja sigui pel nombre o per l'extensió de les CONCLUSIONS, el més probable és que estiguem repetint informació que ja hem donat en la DISCUSSIÓ (i que per tant podem eliminar d'aquí) o que aquests arguments que estem incorporant a la CONCLUSIÓ haurien de trobar el seu lloc en la DISCUSSIÓ (i, per tant, també haurien de desaparèixer d'aquí).

BIBLIOGRAFIA

Una bona BIBLIOGRAFIA diu molt sobre la qualitat d'una memòria. Ha d'estar actualitzada, amb les cites rellevants més recents possibles, però sense oblidar referències més antigues però que resulten imprescindibles per entendre el projecte en la seva globalitat. Si està ben situada en el text, ajuda molt a la comprensió del projecte per part del lector, que quan veu una dada recolzada per una referència bibliogràfica sap que no es tracta d'una mera especulació de l'autor, sinó d'una dada contrastada i acceptada per la comunitat científica.

La secció BIBLIOGRAFIA ve a continuació de la de CONCLUSIONS i, per tant, no se sol considerar part del cos d'una memòria. Fins i tot es pot utilitzar un tipus de lletra menor perquè ocupi menys espai. És imprescindible especificar, per a cada

referència, tots els autors, amb els seus cognoms i les inicials dels seus noms, en el mateix ordre en què apareixen en l'article original. També s'ha de donar la referència completa de l'article: revista (el nom pot anar abreujat segons les regles internacionals), volum, pàgina d'inici i pàgina final i any de publicació. Encara que no és obligatori, sol ser també molt útil afegir el títol de l'article. La manera de presentar la BIBLIOGRAFIA ha de ser coherent al llarg de tot el llistat, no hi pot haver unes cites amb un estil y d'altres amb un altre estil diferent. Es poden utilitzar negretes, cursives o subratllats per destacar els autors, el títol o la revista. Aquí hi ha un exemple:

Lajoie P, Goetz JG, Dennis JW, Nabi IR. Lattices, rafts, and scaffolds: domain regulation of receptor signaling at the plasma membrane. *J.Cell.Biol.*, 185: 381-385, 2009

Què és el que convé recolzar amb referències bibliogràfiques correctes? D'una banda, òbviament, la INTRODUCCIÓ. Quan presentem un tema, hem de donar tot el context del mateix i, per a això, hem de fer referència a quants autors anteriors han contribuït al mateix, indicant en què ha consistit la seva contribució i de quina manera es relaciona amb el nostre projecte. En una INTRODUCCIÓ d'una memòria de TFG fàcilment pot haver de quinze a vint referències diferents. A continuació, s'ha de donar la referència bibliogràfica correcta de les tècniques descrites en MATERIALS I MÈTODES; evidentment, en tècniques molt conegudes o d'autoria múltiple no fa falta afegir una referència (ningú es refereix a Beer i Lambert com a bibliografia sobre espectrofotometria!), però en tècniques més particulars o que han sofert modificacions crítiques per a l'èxit de l'experiment sí fa falta indicar a quin autor es deu l'aportació. El nombre de referències de la secció de MATERIALS I MÈTODES és molt variable, ja que depèn de les tècniques utilitzades en cada cas. Finalment, cal aportar abundants referències bibliogràfiques en la DISCUSSIÓ, tal com hem indicat en la seva secció corresponent. Per interpretar els nostres resultats, és del tot indispensable referir-se a tots aquells articles que aporten informació important per a aquesta interpretació. És possible que bona part de les referències bibliogràfiques de la DISCUSSIÓ s'hagin citat prèviament en la INTRODUCCIÓ, ja que el context d'ambdues ha de ser forçosament molt semblant, però també sol donar-se que en la DISCUSSIÓ es fa referència a aspectes més tangencials del projecte, que són molt importants per a la interpretació i contextualització dels nostres resultats però no per a la descripció general del tema realitzada en la INTRODUCCIÓ, per la qual cosa al llarg de la DISCUSSIÓ poden aparèixer algunes referències per primera vegada en la memòria. En general, en una DISCUSSIÓ el nombre de cites bibliogràfiques pot ser més o menys semblant al de la INTRODUCCIÓ, fins i tot més gran.

Perquè la BIBLIOGRAFIA resulti útil ha d'estar ordenada, tant en el text com en un llistat al final de la memòria. Existeixen bàsicament dos mecanismes d'ordenació de la BIBLIOGRAFIA: numèric i alfabètic, sense que sigui més recomanable un que l'altre.

En el primer cas, en el text s'indica la referència mitjançant un número aràbic, normalment entre claudàtors i com a superíndex (^[1], ^[2], etc.), per ordre d'aparició; si



més endavant es torna a utilitzar aquesta mateixa referència en una altra part del text, no se li assigna un nou número, sinó que s'usa el que se li va assignar per primera vegada. En la secció de la BIBLIOGRAFIA, les referències s'ordenen numèricament, des de la primera a l'última, indicant el número atribuït a cadascuna d'elles. Aquest mètode és particularment útil si s'utilitzen referències de *webgrafia*, que no solen tenir un autor fàcilment identificable; en aquest cas, la referència web es tracta com una referència bibliogràfica més, atribuint-li el seu número segons li correspongui en el text i incorporant-la al llistat final en la posició corresponent.

En el cas de l'ordenació alfabètica, la secció de la BIBLIOGRAFIA, òbviament, està ordenada segons aquest criteri, aplicat al cognom del primer autor de cada article citat (el primer article del llistat seria Aaronson i l'últim, Zwiesel). En el cos del text, en fer la referència cal citar el cognom del primer autor, per poder localitzar-ho en el llistat si li interessa al lector. Per a això, el més normal és seguir les següents regles:

1. Si és un autor individual, se cita entre parèntesi el seu cognom (sense les inicials del nom) i l'any de la publicació: (Aaronson, 2014).
2. Si hi ha dos autors en l'article, se'ls cita a tots dos: (Aaronson i Zwiesel, 2015).
3. Si hi ha més de dos autors, se cita solament el primer d'ells i s'afegeix l'abreviatura *et al.* (en cursiva i amb punt: significa *et alii*, i altres): (Aaronson *et al.*, 2016).

En seguir l'ordenació alfabètica, ens podem trobar amb el problema de les referències web: com s'indiquen en el text i com s'incorporen al llistat final. En aquest cas, podeu utilitzar el nom de l'entitat la web de la qual s'està citant com si fos un cognom, tant en la referència en el cos del text com en el llistat final. Aquí teniu un exemple:

Referència dins el text: (NASA, 2013).

Referència al llistat:

NASA Kennedy Space Center. Frequently Asked Questions. En The NASA Homepage [en línia]. 3 de maig de 2013 [consulta: 8 de maig de 2014]. Disponible en:

<<http://www.nasa.gov/centers/kennedy/about/information/faq.html>>.

ANNEXOS

Els diversos ANNEXOS són seccions on afegir informació accessòria que no resulta imprescindible per a la comprensió del projecte i que ocupen espai del cos central de la memòria, però que poden resultar útils para determinats lectors. No són obligatoris, ni molt menys, i la majoria de les memòries no necessiten portar cap ANNEX. Solen ser útils, per exemple, per incorporar els resultats individuals de les anàlisis d'un grup de voluntaris, les dades agregades dels quals amb la seva corresponent estadística s'han presentat en la secció de RESULTATS. O per afegir abundants fotos o imatges d'assajos individuals o d'observacions particulars. Cadascú



ha de valorar si posseeix alguna d'aquestes informacions addicionals i si vol mostrar-la en un ANNEX o no.

ASPECTES FORMALS

Sota aquest títol, anem a donar alguns consells perquè la memòria quedi més correcta des del punt de vista formal, la qual cosa no afecta a la qualitat científica del treball realitzat, però sí a la seva presentació davant el públic (entre altres, davant el tribunal que l'ha de jutjar, que sempre estarà més inclinat a favor d'una memòria ben presentada).

ORTOGRAFIA. En l'època de les velles màquines d'escriure i les còpies amb paper carbó, cometre una falta d'ortografia i no rectificar-la es podia perdonar pel difícil que resultava la seva correcció, però en l'era digital, amb ordinadors i correctors ortogràfics, no és disculpable en cap cas. El problema sol venir quan una paraula té diverses grafies i s'utilitza la que no toca; en aquests casos, el corrector no detecta falta alguna, però existeix una falta d'ortografia, fins i tot greu. Una memòria amb faltes d'ortografia desllueix molt el treball científic que hi ha darrere i indica una mala formació global de qui la presenta. Convé repassar la memòria abans d'imprimir-la.

SINTAXI. També s'ha de controlar la sintaxi i, en aquest cas, els problemes més habituals solen ser la falta de concordança de nombre i gènere i entre els temps verbals. La primera es resol amb una lectura pausada de la versió final de la memòria abans d'imprimir-la: cal buscar un substantiu en singular i un verb en plural o un nom femení amb un adjectiu o un pronom masculins. Pel que fa als temps verbals, l'exposició de fets coneguts (per exemple, la INTRODUCCIÓ) i la interpretació dels resultats (DISCUSSIÓ) es poden fer en temps present, mentre que la descripció dels nostres experiments (MATERIALS I MÈTODES) i els nostres resultats (RESULTATS) solen quedar millor en passat, però no es tracta de cap norma establerta. Cal redactar com cadascun se senti més còmode, però, això sí, vigilant que no hi hagi errors sintàctics.

PUNTUACIÓ. Resulta fonamental saber utilitzar els signes de puntuació, molt en particular les comes, que no són unes ratlletes distribuïdes aleatòriament en el text, sinó que tenen una finalitat determinada i poden ajudar enormement a expressar una idea o, per contra, a desorganitzar-la fins al punt de fer-la irreconeixible. Mai s'utilitza una coma per separar un subjecte d'un predicat, la frase perd immediatament tot el seu significat. No sempre és imprescindible utilitzar comes per separar una oració principal d'una subordinada. Sempre és imprescindible utilitzar-les per separar un incís secundari, però en aquest cas sempre han d'anar per parelles, a l'inici i al final de l'incís. Els punts i seguit separen frases del mateix context; quan el context canvia



substancialment, cal posar un punt i apart i iniciar un nou paràgraf. Els paràgrafs han de començar amb una sagnia inicial no gaire gran (1-1,5 cm).

IDIOMA. No és un aspecte fonamental, es pot presentar en català, castellà o anglès indistintament i no afecta per res ni a la presentació ni a la qualificació. Però es triï l'idioma que es triï, cal escriure-ho correctament. Si en algun moment teniu algun dubte, una bona idea és la d'escriure aquesta mateixa frase o paràgraf en l'idioma en què s'està escrivint la memòria i utilitzar un dels traductors on-line a algun dels altres dos idiomes; de vegades, en comparar la manera d'expressar una idea en dos o tres idiomes diferents ens fa veure si estem cometent algun error o ens dóna una redacció alternativa (i més correcta).

ABREVIATURES. Són molt útils en la redacció d'una memòria, però poden ser un suplici per a la seva lectura si hi ha massa. En general, convé reduir l'ús d'abreviatures al mínim, utilitzant només aquelles abreviatures convencionals que estiguin universalment acceptades (DNA, ATP, PCR...) i les que, sense ser-ho, resultin imprescindibles en el context del projecte que es presenta. Si s'utilitzen abreviatures no convencionals, cal fer un llistat de les mateixes a l'inici de la memòria, per facilitar la seva comprensió per part del lector. També sol ser útil escriure el nom complet la primera vegada que s'utilitza en el text al costat de l'abreviatura (entre parèntesi) que s'utilitzarà a partir de llavors. Exemple: "Es van determinar els nivells plasmàtics del polipèptid antiamiloides hepàtic (AHP) en pacients..."

NOMS CIENTÍFICS. I finalment un prec de tota la Facultat de Biologia: els noms científics han d'estar ben citats!!! Des de Carl von Linné, els noms científics de qualsevol espècie biològica consten de dues parts, el gènere i l'espècie, que han de ser escrits en cursiva (o subratllats), el gènere amb majúscula inicial i l'espècie totalment en minúscules: *Homo sapiens*, *Mus musculus*, *Arabidopsis thaliana*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Clostridium botulinum*. En alguns casos, en ser molt conegut, es pot suprimir el nom del gènere, substituint-ho només per la seva inicial en majúscules i un punt, però mantenint la cursiva: *E.coli*, *S. cerevisiae*.