

# **PARA EMPEZAR A ENTENDER NOS**

María José Fernández Nieto  
Dpto. de Física Aplicada

Rafael Mulas Fernández  
Dpto. de Ciencias Agroforestales

María Teresa Ramos García  
Dpto. de Estadística e Investigación Operativa

Julio, 2008

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. COMUNICACIÓN Y DOCUMENTOS TÉCNICO CIENTÍFICOS	
2.1 INTRODUCCIÓN.....	2
2.2 REDACCIÓN TÉCNICA Y CIENTÍFICA.....	3
2.3 RECOMENDACIONES PARA REDACTAR MEJOR.....	6
2.4 ORTOGRAFÍA.....	10
2.5 EDICIÓN Y PRESENTACIÓN FORMAL DE TRABAJOS ESCRITOS.....	13
2.6 NORMAS SOBRE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
2.7 BIBLIOGRAFÍA.....	19
3. CIFRAS, UNIDADES, TABLAS Y GRÁFICOS	
3.1 INTRODUCCIÓN.....	21
3.2 MAGNITUDES Y UNIDADES.....	21
3.3 NOTACIÓN CIENTÍFICA.....	22
3.4 CIFRAS SIGNIFICATIVAS.....	22
3.5 TABLAS.....	24
3.6 GRÁFICAS.....	24
4. FUNCIONES ELEMENTALES	
4.1 INTRODUCCIÓN.....	29
4.2 FUNCIONES EXPONENCIAL Y LOGARÍTMICA.....	29
4.3 FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.....	34
4.4 BIBLIOGRAFÍA.....	38

## 1 INTRODUCCIÓN

En el marco de la Experiencia Piloto de Innovación Docente que desarrollamos en la titulación de Ingeniería Técnica Agrícola, esp. Hortofruticultura y Jardinería nos ha parecido oportuno realizar este seminario para los alumnos de primer curso. El título indica que es “*para empezar*”, porque queremos dejar claros algunos aspectos desde el momento inicial del curso y la titulación, y es “*a entendernos*”, porque trata acerca de la comunicación y el lenguaje científico-técnico.

Hemos detectado carencias en este ámbito, no sólo en alumnos que ingresan en la Escuela, sino incluso en nuestros titulados, y queremos hacer algo para la adquisición de esta competencia fundamental que es la *capacidad de comunicación escrita y oral*. Nos planteamos ser exigentes en la presentación de trabajos, tanto escritos como de forma oral, y hacer que se cuiden estos aspectos de redacción, notación y convenios, lenguaje matemático, ortografía y sintaxis. Antes, hemos decidido realizar el seminario y poner a disposición de los alumnos esta documentación, que esperamos resulte de utilidad.

Se ha articulado el seminario en tres partes:

- A) COMUNICACIÓN Y DOCUMENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS, a cargo de Rafael Mulas Fernández, que comenta aspectos sobre la comunicación y el lenguaje, tanto en general, como en el ámbito técnico-científico, y da algunas recomendaciones sobre redacción y presentación de trabajos.
- B) EL “LENGUAJE” EN EL QUE NOS COMUNICAMOS EN LA CIENCIA Y LA TÉCNICA: CIFRAS, UNIDADES Y GRÁFICOS, a cargo de María José Fernández Nieto, que recuerda el buen uso de la notación científica, las cifras significativas, las unidades de las magnitudes físicas y las gráficas.
- C) FUNCIONES ELEMENTALES, a cargo de María Teresa Ramos García, que repasa algunas propiedades de varias de las funciones matemáticas más ampliamente utilizadas (exponencial, logarítmica y trigonométricas), insistiendo en la evitación de algunos errores frecuentes.

## 2 COMUNICACIÓN Y DOCUMENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS

### 2.1 INTRODUCCIÓN

La **CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN**, tanto escrita como oral, con expertos y no expertos, en la lengua nativa y en otras, es una competencia que se valora de forma creciente en los titulados universitarios. Se ha señalado su importancia en estudios efectuados a partir de encuestas a titulados de carreras agroforestales y a sus empleadores para la elaboración del Libro Blanco de los Títulos de Grado en Ingenierías Agrarias y Forestales (2005). En el recuadro se recogen unas reflexiones sobre la trascendencia de esta aptitud en el sector forestal, que pueden extenderse al conjunto de sectores agrarios.

En muchos puestos de trabajo técnicos, las tareas de comunicación pueden ocupar una parte sustancial (hasta el 50% y más) del tiempo del trabajador. Entre estas tareas, la redacción de informes y memorias tiene una especial importancia. Estos documentos, como cualquier otro tipo de comunicación, han de ser efectivos y cumplir misiones determinadas, por lo que han de ser preparados de forma apropiada al caso, con lenguaje claro y estructura sencilla.

#### COMUNICACIÓN Y LENGUAJE

Aunque la **comunicación** se puede entender como un **proceso de intercambio** de mensajes, muchas veces se considera como comunicación cada uno de los procesos unidireccionales de **transmisión** de información que conforman dicho intercambio.

Como es conocido por todos, los *elementos* de la comunicación son: *emisor* y *receptor*, *mensaje*, *canal* o medio por el que se transmite la información, **código** y, en ocasiones, se considera también el *contexto* del acto de comunicación, por la importancia que puede tener. Interesa resaltar la relevancia del código o conjunto compartido de signos y reglas, que permite que el mensaje tenga **igual significado** para los sujetos que interaccionan.

El **lenguaje** es la principal herramienta de comunicación de los seres humanos. Es un código que permite establecer relaciones entre las *señales* (sonidos en lenguaje oral, signos alfanuméricos en lenguaje escrito) y los *significados* y expresar esa relación según nuestras necesidades. Como código, ha de ser *común*, compartido entre los comunicantes.

#### **Comunicaciones escritas: aptitudes esenciales para el personal forestal profesional**

**J. Ball**

*El personal forestal necesita pericia comunicativa en esta edad de silvicultura participativa, y la escritura es fundamental para la comunicación. Sin embargo, las aportaciones escritas al XII Congreso Forestal Mundial (Quebec, Canadá, septiembre de 2003) reflejan una indigencia en cuanto a las dotes de escritura técnica. (...)*

*Si los especialistas forestales han de comunicar sus logros y sus opiniones a sus colegas, al público en general o a las autoridades públicas, es preciso que adquieran más habilidad en la redacción de documentos técnicos. (...)*

*Para dar a conocer los logros y las opiniones no solo a los colegas, sino también al gran público y a las autoridades, o incluso para sustentar solicitudes de financiación de proyectos, es necesario saber escribir mejor. (...)*

*La redacción de documentos técnicos debería incluirse en la formación de personal forestal de nivel profesional. Cuando la silvicultura se está orientando más hacia el público y los planes de estudios forestales cambian para reflejar las nuevas necesidades de la profesión, es preciso reconocer que la pericia para la comunicación entre personas -en especial por escrito- es una de las aptitudes necesarias.*

(<http://www.fao.org/docrep/007/y5382s/y5382s11.htm>)

Extractos de una comunicación presentada en el XII Congreso Forestal Mundial (Quebec, Canadá, 2003). El autor ha sido asesor externo en dicho Congreso Forestal Mundial, Jefe de la Dependencia de Información y Enlace Forestales de la FAO y Presidente de la Junta Consultiva Editorial de *Unasylva*.

Esto conlleva que todos hemos de esforzarnos en utilizar los lenguajes, aceptando idénticas reglas (ortografía, sintaxis, significados...).

## 2.2 REDACCIÓN TÉCNICA Y CIENTÍFICA

Es sabido que el lenguaje se puede utilizar de diferentes formas según los objetivos de comunicación perseguidos. No es igual el habla coloquial que el lenguaje literario, ni un texto periodístico que un documento científico. Es necesario que las personas sepan manejar el lenguaje de acuerdo a normas preestablecidas y de forma apropiada al contexto a fin de que la comunicación se efectúe sin problemas.

<u>ADECUACIÓN AL CONTEXTO</u>		
	<b>En Casa</b>	<b>En el Trabajo</b>
<b>Buena</b>	Hoy tengo examen. Llegaré tarde a cenar  Jaime	Solicito permiso para ausentarme de mi trabajo la tarde del día 10 de septiembre de 2008 con el fin de realizar un examen de mis estudios en la E.T.S de Ingenierías Agrarias.  Jaime Pérez Soler
<b>Incorrecta</b>	Lamento tener que informales que, a consecuencia de la realización de una prueba evaluativa para mis estudios, no me será posible asistir a la cena a la hora acostumbrada.  Jaime Pérez	Esta tarde tengo un examen. ¡Dejadme salir antes!  Jaime

Modificado de: Balado Albiol, C., *Contextos informales, formales y publicitarios*. Universitat Jaume I, 2005. Presentación disponible en [http://apolo.uji.es/asignaturas/documentos/contextos\\_formales\\_informales\\_y\\_publicitarios.ppt](http://apolo.uji.es/asignaturas/documentos/contextos_formales_informales_y_publicitarios.ppt)

La característica principal de los documentos científicos y técnicos es que su propósito es eminentemente informativo: se trata de comunicar al lector de forma eficaz los aspectos clave de una investigación, proyecto, estudio, etc. Es decir, no se trata de transmitir sentimientos ni de provocar sensaciones como en los textos literarios. Por ello hay que evitar los recursos estilísticos de la literatura: las metáforas, los circunloquios, los dobles sentidos, el léxico poético, etc.

*Porque lo que la buena Ciencia trata de eliminar, el buen Arte busca provocar:  
misterio, que es letal para aquélla y vital para éste.*  
John Fowles

La Redacción Técnica para ser efectiva ha de garantizar que la información sea completamente exacta, específica y concreta y, además, clara y fácil de comprender. Para conseguirlo, ha de reunir tres características esenciales: PRECISIÓN, CLARIDAD Y BREVEDAD.

- **Precisión**: Significa que se han de usar las palabras que comunican exactamente, sin dejar lugar a dudas, lo que se quiere comunicar. Un lenguaje sencillo evita confusiones y hace innecesarias interpretaciones posteriores. El lector no puede saber lo que el autor “quería decir” si no lo ha dicho exactamente, ni puede levantar la mano para pedir una aclaración a diferencia de la comunicación oral. No hay lugar, pues, para palabras o frases ambiguas.

Veamos algunos ejemplos de redacción imprecisa:

- ⇒ *El procedimiento funcionó mejor en las parcelas tratadas.* Si no se ha especificado previamente qué significa "mejor" es probable que el lector no entienda lo mismo que el autor, ya que puede tener varios significados según los casos.
- ⇒ *El objetivo de este estudio ha sido la determinación de las especies patógenas.* Si no se aclara más no podemos saber si *determinación* es sólo *identificación*, o también *descripción*, o una *evaluación* cuantitativa.
- ⇒ *Los especímenes mostraron color desvaído.* "Color desvaído", sin indicar nada más, no ilustra inequívocamente la coloración y puede no ser interpretado igual por todos los lectores.
- **Claridad:** Significa que el texto se lee y se entiende fácilmente. Es decir,
  - ⇒ el lenguaje es sencillo,
  - ⇒ las frases están bien construidas y
  - ⇒ las ideas se van presentando en orden lógico en los sucesivos párrafos.

- Ejemplo de redacción clara:

*La hierba guinea, introducida desde África, es una planta perenne de crecimiento erecto, muy bien adaptable a suelos tropicales y resistente a la sequía. Es muy apetecible para el ganado y se utiliza principalmente como hierba de pastoreo, aunque también se recomienda para la producción de heno, ensilaje o hierba de corte. Su uso como forraje conservado, para empleo durante la época seca, es limitado debido al bajo contenido de carbohidratos solubles en agua y a su baja población de bacterias productoras de ácido láctico.*

- Ejemplo de redacción poco clara:

*El propósito de este proyecto ha sido determinar en qué diferían las condiciones óptimas para obtener variables respuesta a partir de la conocida ecuación (empleada como modelo base) y para obtenerlas por curvas de pronóstico a partir de datos y de la función de pérdidas estandarizada como función objetivo. Se han definido dos variables de proximidad como medidas de evaluación: orden y diferencia con la pérdida estandarizada. Un programa de diseño ha sido utilizado para simulación del proceso y optimización y para obtener resultados.*

*(Tomados del Manual de Redacción Científica de José A. Mari Mutt, disponible en <http://caribjsci.org/epub1/index.htm>)*

En el recuadro, ejemplos para diferenciar un texto claro de otro poco claro.

- **Brevidad:** Implica incluir tan sólo información que sea pertinente para los objetivos del documento y transmitir esa información con la menor cantidad posible de palabras. La brevedad es necesaria porque el exceso de texto distrae al lector y termina afectando a la claridad. Además, es conveniente por economía: un texto más breve ahorrará papel y tinta, o memoria de ordenador, y -principalmente- ahorrará tiempo de lectura.

*Lo bueno, si breve, dos veces bueno.*

*Hase de hablar, como en testamento; que a menos palabra, menos pleitos.*  
Gracián

Con frecuencia introducimos palabras innecesarias derivadas del lenguaje oral, en el que las usamos (a menudo inconscientemente) para ir adecuando nuestro discurso a la velocidad a

la que se elabora en nuestra mente. Recordemos que el lenguaje escrito y el oral no necesariamente han de usar las mismas palabras y frases para comunicar lo mismo. Para conseguir el grado de concisión apropiado hay que releer el texto mirando cómo resumir (casi todo se puede resumir).

*Si es posible suprimir una palabra, siempre suprimela.*  
George Orwell

Unos ejemplos de cómo abreviar:

- ⇒ *Las observaciones efectuadas en relación a las condiciones de temperatura y humedad en cada parcela estudiada nos permiten establecer, de una manera general, que éstas no presentaron variaciones apreciables.* → La temperatura y la humedad no variaron apenas en las parcelas estudiadas.
- ⇒ *Las calicatas efectuadas fueron un total de seis y se realizaron distribuidas al azar por toda la finca.* → Se efectuaron seis calicatas distribuidas al azar en la finca.

Si le doy una naranja a un amigo, le digo: *"Te doy una naranja"*.

Si fuera un abogado, diría:

*"Sepan todos los aquí presentes que en este momento te doy, te ofrezco, brindo, otorgo, transfiero y me eximo de todo derecho, título, interés, beneficio y uso de cualquier naturaleza, en relación con este objeto conocido como naranja o Citrus orantium, incluidos sus constituyentes, cáscara, pulpa, jugo, semillas, para tu propio uso, de tus herederos o de cualquier otro beneficiario que estimes conveniente. Este otorgamiento lo hago libre de toda restricción, limitación o condicionamiento de ningún tipo y como beneficiario estás en plenas facultades para morder, cortar, exprimir, comer, desechar o regalar la tal naranja con o sin cáscara, pulpa, jugo o semillas"*.

(Tomado de M. Miyashiro, [http://www.epiredperu.net/epired/ppts/curso\\_socipem-redaccion/socipem-redaccion-12.pdf](http://www.epiredperu.net/epired/ppts/curso_socipem-redaccion/socipem-redaccion-12.pdf))

El nivel de concisión ha de adaptarse al contexto y los destinatarios. Por ejemplo, lectores profanos en una materia requerirán más explicaciones que lectores especialistas. El recuadro, además de mostrar ejemplos de texto conciso y nada conciso, nos sirve para ilustrar esa necesidad de adaptación: un contexto jurídico, requeriría una extensión y precisión en la delimitación de elementos y circunstancias (aquí caricaturizada) que no requiere el lenguaje coloquial y que los textos técnicos requieren en un grado diferente.

Para terminar, dos citas. La primera, aunque no se refiere a la redacción científica, es una muestra de "densidad", de decir "mucho en pocas palabras". La segunda nos lleva a "predicar con el ejemplo" y dar por terminada esta cuestión:

*Entre dos explicaciones, elige la más clara; entre dos formas, la elemental;  
entre dos palabras, la más breve.*  
Eugenio D'Ors

*Los sermones sobre la brevedad y la castidad son más o menos de la misma eficacia.*  
Eli Chernin

## 2.3 RECOMENDACIONES PARA REDACTAR MEJOR

Podemos agrupar lo necesario para una buena redacción en tres apartados generales:

- a) Dominio suficiente del idioma
- b) Organización
- c) Revisión

### a) Dominio suficiente del idioma:

Aunque parezcan obvias, señalaremos algunas de las habilidades principales que son necesarias:

- Capacidad de escribir frases completas y coherentes
- Vocabulario suficiente
- Destreza en el manejo de la puntuación
- Competencia para construir párrafos en orden lógico

Y todo esto, aunque se escriba en idioma distinto del propio.

La capacidad de organizar oraciones y párrafos de forma lógica es imprescindible para obtener un redactado efectivo, es decir, que consiga comunicar lo que queremos. Recordemos que el *párrafo* es la unidad estructural y lógica de un texto y no sólo una división formal del mismo. Es aconsejable que:

- ⇒ Cada párrafo desarrolle *una idea coherente*. Es decir, se ha de elegir lo relevante, establecer un orden y conectar las oraciones (ver recuadro).
- ⇒ Exista una *oración central* en el párrafo: aquella que exprese la idea que el párrafo intenta comunicar. Algunos recomiendan que sea la primera del párrafo, pero según otros lo importante es que esa idea quede expresada claramente, independientemente del lugar en que se escriba.
- ⇒ Utilicemos un *lenguaje consistente* y palabras de transición o conectores lógicos para lograr la coherencia.

Otras recomendaciones a tener en cuenta:

- ⇒ Cuidar la ortografía y la sintaxis
- ⇒ Mejor escribir oraciones afirmativas que negativas.
- ⇒ Ser consistente en el uso de tiempos verbales y en el de la primera o tercera persona.
- ⇒ Preferiblemente usar oraciones cortas y completas. Aunque es difícil dar una recomendación de validez general, algunos autores indican un máximo de tres líneas. Parece mejor criterio el que propone esta cita:

### Conectores lógicos

Se han de seleccionar en función del tipo de **relación** entre los párrafos o ideas y hay que ir variando. Algunos ejemplos:

- **Contraste:** al contrario, sin embargo, no obstante, más bien, antes bien, en realidad
- **Consecuencia:** así que, de manera que, entonces, en conclusión, por lo tanto, por consiguiente, en consecuencia, por esto
- **Evidencia:** naturalmente, obviamente, por supuesto
- **Equivalencia:** es decir, en otras palabras
- **Adición:** más aun, también, además, aparte de ello
- **Secuencia:** luego, después, mientras, antes
- **Orden:** en primer lugar, primero, finalmente, por último, por un lado

(Modificado de M. Miyashiro

[http://www.epiredperu.net/epired/ppts/curso\\_socipem-redaccion/socipem-redaccion-12.pdf](http://www.epiredperu.net/epired/ppts/curso_socipem-redaccion/socipem-redaccion-12.pdf))



*¿Cómo de larga puede ser una frase?  
En principio, tan larga como quieras, tan larga como conserves la claridad.  
Michael Alley*

- ⇒ Mejor utilizar la voz activa que la voz pasiva. La voz pasiva es más frecuente en contextos formales que en el habla habitual, pero desplaza la atención desde el sujeto al objeto (ver recuadro).

### **Consideraciones sobre la Voz Pasiva y el lenguaje científico-técnico**

Por *voz pasiva*, se entiende en general la forma **perifrástica**: verbo *ser* + participio (que concuerda en género y número con el sujeto paciente) + sujeto agente precedido de la preposición “*por*”: *Las causas son discutidas por R. García en su libro; el fertilizante fue distribuido homogéneamente por la abonadora.*

La forma pasiva más habitual hoy en castellano es, con mucho, la **refleja**: “*se*” + verbo en tercera persona + un sustantivo que es el sujeto paciente (con el que el verbo concuerda en número): *se realizó un estudio sobre las plagas del cultivo; se observaron reacciones adversas tras el tratamiento.* Dos errores relativamente frecuentes sobre la pasiva refleja:

- No admite sujeto agente: es incorrecto *se publicó una buena revisión sobre el asunto por McIntire*. Para indicar el sujeto usemos la activa o la perifrástica.
- Está referida a cosas o acciones, nunca a personas. Es correcto *se consultaron los mapas*, pero incorrecto *se consultaron algunos expertos*; lo correcto sería *algunos expertos fueron consultados* o *se consultó a algunos expertos* (que no es pasiva, sino impersonal).

Las formas pasivas resultan útiles en lugar de una oración activa transitiva cuando se prefiere enfocar la atención sobre su objeto directo, dándole papel relevante de sujeto, o cuando el agente es desconocido o no interesa mencionarlo: *el proyecto se terminará en un año; el malation se ha utilizado ampliamente; Smith es considerado experto.* También cuando el sujeto de una oración funciona como sujeto paciente de la siguiente: *en el proyecto participan dos empresas, que serán sometidas a evaluación.* A pesar de esta utilidad en ciertos casos, el castellano tiene clara preferencia por la voz activa. Si se va a mencionar el agente del verbo, la pasiva no aporta ventajas.

En la literatura científica tiende a usarse la pasiva, incluso demasiado, por influencia del inglés (idioma en el que es bastante más utilizada). Además la voz pasiva está sustituyendo a la primera persona por el temor de los autores a parecer inmodestos (más en el caso de autor único). Pero, pese a lo que muchos creen, la pasiva no resulta más científica u objetiva; sino menos precisa: decir “*se han observado...*” o “*se extraen estas conclusiones*”, sin aclarar quién observa o concluye, resulta confuso en ocasiones.

En resumen, no usemos construcción en pasiva si es posible usar la forma activa para decir lo mismo y, si consideramos útil o necesaria la pasiva, en general será preferible la refleja a la perifrástica.

Más información al respecto en:

Navarro, F. A., Hernández, F. y Rodríguez-Villanueva, L., 1994. *Uso y abuso de la voz pasiva en el lenguaje médico escrito*. Medicina Clínica (Barc), 103, 461-464. Disponible en: <<http://www.sepeap.es/Hemeroteca/EDUKINA/Artikulu/VOL103/M1031207.pdf>> [con acceso el 13 de febrero de 2008]

b) **Organización:**

Se incluyen aquí dos aspectos, a cual más determinante:

- Estructuración adecuada del documento
- Plan de trabajo para su elaboración

## b.1) Estructura

Antes de comenzar a escribir, se ha de *estructurar* el documento teniendo en cuenta los tres aspectos siguientes. Considerarlos ayuda a establecer el esquema y tono final del documento, a mantener el tema enfocado, a no diluir los aspectos importantes y a no desviarnos hacia asuntos fuera del interés del lector:

- **Objetivos:** Es de gran importancia saber **para qué** se redacta un documento antes de comenzarlo y recordarlo durante su redacción. Efectivamente, es frecuente que, por la presión del tiempo o por distracción con otras tareas, al elaborar un documento se olvide cuál es el objetivo perseguido.
- **Destinatarios:** Otra pregunta clave es **¿para quién** escribo el documento? Los *receptores* del mensaje pueden ser, y habitualmente son, diferentes. La identificación de los receptores y su diferenciación es una clave del éxito de la comunicación, ya que permite adaptar el mensaje.
- **Contexto:** Íntimamente relacionado con los objetivos y los destinatarios del documento, el *contexto* incluye condicionantes adicionales: el tipo de documento (informe, reseña, ensayo, proyecto, artículo científico...), el ámbito en el que se realiza (académico, empresarial, institucional...), etc. Distintos tipos de documentos y/o ámbitos requieren, para un mismo tema, plantearse de formas diferentes estilo, formato, tono (más o menos formal), profundidad... Un redactor técnico deberá adaptar la terminología que utilice al nivel de formación de sus lectores y al objetivo del texto.

La estructura de un documento cumple funciones parecidas a los cimientos y estructura de un edificio: ha de ser el soporte adecuado de la información a transmitir. Por ello debe diseñarse cuidadosamente:

- Estableciendo *apartados* o *secciones*, que se pueden organizar a su vez en *subapartados* o *subsecciones*. Todas estas divisiones se han de diferenciar de forma clara y coherente.
- Mostrando la importancia relativa de cada parte mediante su posicionamiento en el espacio de escritura y la utilización razonada de la tipografía: tipo de letra, tamaño relativo y atributos (negrita, cursiva...).

Muchos documentos tienen una estructura general previamente determinada (artículos científicos, proyectos, trabajos académicos...). En caso de que la estructura no esté preestablecida, puede emplearse una regla básica para una buena exposición narrativa, que puede resumirse así:

*Anuncie al lector lo que va a decir. Dígalo. Recuerde al lector lo que acaba de decir.*

Esta regla se puede traducir en un esquema general como este:

- 1) **Introducción:** en ella se presenta el tema y el objetivo del escrito.
- 2) **Cuerpo central:** en él se desarrolla el tema, se analizan sus distintos aspectos y se exponen datos y argumentos.

3) **Sección final**: en ella se indican las conclusiones y/o valoración a las que se ha llegado.

Esto no implica que en todos los casos tengamos que establecer tres partes, ni que esos deban ser sus títulos. Más bien, es la organización lógica que todo escrito o discurso oral debe mantener. Por supuesto, el cuerpo central puede estar constituido por un número variable de apartados. Si se ha de organizar cada apartado en subapartados, se ha de evitar un exceso de subdivisión. Aunque no es norma general, hay quien recomienda no incluir jerarquía de más tres niveles, pero en documentos extensos o con una estructura predeterminada puede ser que estén justificados más niveles jerárquicos.

#### b.2) Plan de Trabajo

Salvo en caso de escritos cortos, para la elaboración del documento ha de diseñarse un *plan* lo bastante ambicioso como para conseguir un resultado eficaz y suficientemente realista como para poder cumplirlo con el tiempo y recursos disponibles (fuentes de información, equipo informático, etc.). El plan ha de distribuir tiempos, recursos y esfuerzo conforme a la relevancia de cada parte. Finalmente, el *plan* diseñado ha de cumplirse. Como toda programación está sujeta a imprevistos que pueden obligar a modificarla: si hay estipulado plazo para la entrega del documento ha de preverse su finalización con margen suficiente.

*Un escritor es una persona a la que escribir le es más difícil que a los demás.*

Thomas Mann

*Lo que se escribe sin esfuerzo es, en general, leído sin placer.*

Samuel Johnson

Se pueden distinguir tres etapas generales en el proceso de elaboración de cualquier documento:

- 1) planificación
- 2) redacción
- 3) edición y presentación

Estas etapas implican tareas distintas, pero no necesariamente suponen un trabajo secuencial: se pueden simultanear y anteponer unas a otras. Por ejemplo, según planificamos podemos comenzar a escribir o, cuando ya estamos en fase de revisión, nada impide que suprimamos algo de lo escrito o escribamos algo nuevo.

Aunque el documento ha de tener una estructura básicamente secuencial, su construcción no ha de ser necesariamente así: no es obligatorio escribir en el orden en que se leerá. El ordenador facilita redactar en orden distinto. Puede ser muy recomendable escribir la introducción después de lo que hemos denominado cuerpo central.

#### c) **Revisión**:

Demos por sentado que nunca se consigue un documento suficientemente *preciso, claro y breve* a la primera. Un texto no surge espontáneamente sin un trabajo de perfeccionamiento. Hemos de corregir, afinar y editar de forma constante, repetida y cuidadosa. *Escribir es corregir*.

*No tenía tiempo para escribir una breve carta, así que en su lugar escribí una larga.*

Mark Twain

Además de las continuas revisiones parciales, es necesaria una revisión final. Al respecto, y además de lo que se dirá en la sección sobre ortografía, es posible hacer algunas recomendaciones generales:

- Es aconsejable leer y revisar el escrito en su totalidad, al menos, en dos momentos distintos.
- Conviene dejar “descansar” el documento varios días antes de su entrega y revisarlo de nuevo con la mente fresca. Para ello hemos de preparar los escritos con tiempo, sin esperar al último minuto y prever esto en la planificación.
- Suele resultar de ayuda la lectura y crítica del documento por compañeros o asesores.

*Una fácil lectura es fruto de una condenadamente difícil escritura.*  
Nathaniel Hawthorne

Para acabar este apartado de recomendaciones para mejorar la redacción, algunos consejos más:

- Definamos los términos técnicos, no supongamos que todos los lectores los conocen.
- Evitemos abusar de *argot* y *jerga*, aunque cada disciplina tiene términos específicos que es posible y necesario emplear en documentos dirigidos a público especializado.
- Prescindamos también de barbarismos si existen términos equivalentes en castellano y de regionalismos o localismos que resten claridad para los lectores de otros orígenes.
- Utilicemos un tono apropiado, suficientemente formal, en la escritura. Aunque cada lector pueda esperar un distinto grado de deferencia, en documentos científico-técnicos o académicos extraña más una excesiva familiaridad y un abuso de frases coloquiales que lo contrario.
- Intentemos ser convincentes y atraer el interés de los lectores.

*Todos somos aprendices de un oficio en el que ninguno llega a maestro.*  
Ernest Hemingway

*Aunque no existe perfección en la escritura, sí existe el éxito.*  
Michael Alley

## 2.4 ORTOGRAFÍA

La *ortografía* (literalmente, “escritura correcta”) es el conjunto de normas de una lengua que regulan el uso de las letras y signos de puntuación en la escritura. Es una serie de convenciones dado que no existe una correspondencia unívoca entre sonido y grafía. Como toda convención es útil en tanto se acepta y se respeta. Esta aceptación por la comunidad lingüística es clave para la estandarización de la lengua escrita.

Hay distintos aspectos comprendidos en la *ortografía*:

- Uso de las letras, principalmente aquellas que pueden resultar conflictivas: las que pueden representar distintos fonemas y los fonemas que pueden representarse por distintas letras.
- Utilización de mayúsculas.
- Acentuación.
- Puntuación y uso de otros signos ortográficos.
- División de palabras al final de renglón.
- Empleo de abreviaturas, siglas y símbolos.

Un escrito con errores ortográficos muestra falta de esfuerzo del autor en su realización. Cuidar la ortografía requiere:

- Aprender (y practicar) las reglas ortográficas.
- Revisar la correcta ortografía de los escritos.

No es este el lugar para recordar las reglas ortográficas, pero sí para insistir en la necesidad de que todo aquél que tenga problemas al respecto practique sobre ellas. Remitimos a la abundante bibliografía al respecto, tanto en material impreso como en Internet (ver recuadro).

En cuanto a la revisión de la ortografía de un documento conviene no confiar excesiva ni exclusivamente

en los correctores automáticos de los procesadores de texto (menos aún en los gramaticales). Funcionan razonablemente para ciertos errores (confusiones o cambios de orden de letras, etc.), pero hay muchos otros que no detectan: *más* por *mas*, *a* por *ha*, *cavo* por *cabo*, etc. Los actuales correctores se limitan a comparar las palabras del texto con listas de palabras válidas y nos avisan cuando un término no existe en su lista. Cuando la palabra incorrecta es un término válido no se detecta el error.

Por tanto, para eliminar el máximo de errores, hemos de completar nosotros mismos la revisión ortográfica, tras ejecutar el corrector. Algunos autores recomiendan efectuar esta revisión leyendo el texto palabra por palabra, de atrás hacia delante. Esto es porque el cerebro no precisa leer entera una palabra o expresión para reconocerla (y menos si lo ha escrito uno mismo) y ello hace que bastantes errores no se detecten. Al leer las palabras en orden inverso, lo forzamos a fijarse más en cada una.

Para revisar la sintaxis, que tiene que ver con la puntuación, se recomienda la lectura del texto en voz alta. Ambos procesos de revisión nos resultan más fáciles a muchos si no los realizamos directamente en el ordenador, sino sobre el texto impreso.

## ABREVIATURAS, SIGLAS Y SÍMBOLOS

Pueden resultar convenientes porque ahorran espacio y aligeran la lectura. Hay quienes recomiendan evitar su uso, porque pueden confundir si sus significados no están claros por causas como éstas:

- Algunos términos van cambiando de abreviatura o sigla con el tiempo o los lugares: “*nicotinadeninucleótido*”, cuya abreviatura es NAD, fue hace tiempo DPN de “*nucleótido de difosfopiridina*”; “*licenciado*” se abrevia como *Lic.*, *Ldo.* y *Licdo.*

### **Ortografía en Internet**

- Real Academia Española (con el Diccionario de la Lengua Española, el Diccionario Panhispánico de Dudas y la Ortografía de la Lengua Española)  
<http://www.rae.es/>
- Ortografía (con teoría y ejercicios)  
<http://roble.pntic.mec.es/~msanto1/ortografia/>
- Fundación del español urgente  
<http://www.fundeu.es/>
- Wikilengua del español  
<http://www.wikilengua.org/index.php/Portada>
- La página del idioma español  
<http://www.elcastellano.org/gramatic.html>

- Es relativamente frecuente cometer el error de emplear una abreviatura sin haber explicado en ningún sitio qué significa. Hay abreviaturas que tienen distintos significados, a veces en función del contexto o de la disciplina: *ETS* se podrá entender por un ingeniero como “Escuela Técnica Superior”, como “enfermedad de transmisión sexual” por un médico o como “Euskal Trenbide Sarea” (Red Ferroviaria Vasca) por un usuario de la misma; *col.* puede entenderse según el contexto como *colección*, *colegio*, *columna* o *colonia*; *N* puede ser *norte*, *nitrógeno* o *newton*...

En todo caso, habrá que ser juiciosos al emplear abreviaturas, siglas y símbolos y seguir algunas recomendaciones para su uso efectivo:

- No emplear abreviaturas en el título del trabajo, ni en el resumen si existe.
- Mejor no abreviar términos cortos (¿merece la pena ahorrar cuatro o cinco letras?), ni términos usados pocas veces (menos de cuatro).
- Respecto a inventar abreviaturas, seamos todavía más estrictos: sólo para términos o expresiones largos o engorrosos, usados a menudo y siempre que no exista una abreviatura reconocida.
- Siempre hay que definir el significado de la abreviatura o sigla: bien la primera vez que se emplee (escribiendo el término completo y siguiéndolo con la abreviatura entre paréntesis) o bien en una tabla o relación de abreviaturas empleadas.
- Se pueden exceptuar de lo anterior abreviaturas o siglas ampliamente reconocidas: ADN, DNI, p. ej., dpto., etc. No obstante, siempre hay que tener en cuenta los posibles lectores: alguien sin formación química desconocerá qué significa EDTA, alguien de fuera de España puede desconocer qué es el DNI...
- Hay que conocer las abreviaturas aceptadas comúnmente: (ver recuadro).
- Las unidades de medida se abrevian tras valores numéricos, pero no cuando son sustantivos: es correcto “el ejemplar pesó 5 kg”, pero incorrecto “el peso se expresó en kg”. Las abreviaturas o símbolos de unidades no llevan punto ni tienen plural.
- Es necesario conocer y respetar las normas sobre uso de símbolos o abreviaturas que puedan existir en cada disciplina. P. ej., la simbología matemática, los símbolos de los elementos químicos, la posibilidad de abreviar el género, pero no la especie, en la denominación de los organismos en Biología, etc.
- Nunca se utilizan signos como &, %, =, <, >, o # para abreviar palabras: es correcto “ocurrió para el 75% de los sujetos” o “la segunda parcela es mayor

#### Algunas abreviaturas comunes:

- **c.**, **ca.** = cerca de, alrededor de (*circa*)
- **cf.** = compárese con (*confer*)
- **col.** = colector
- **ed.** = edición, editor
- **Ed.** = Editor, Editorial
- **e.g.** = por ejemplo (*exempli gratia*)
- **et al.** = y otros (*et alii*)
- **etc.** = etcétera
- **Fig.** = figura / **Figs.** = figuras
- **ibid.** = en el mismo lugar (*ibidem*)
- **i.e.** = es decir (*id est*)
- **loc. cit.** = lugar citado (*loco citato*)
- **máx.** = máximo
- **mín.** = mínimo
- **op. cit.** = obra citada (*opere citato*)
- **p.** = página (ej.: p. 32 = en la página 32)
- **pp.** = páginas (ej.: 76 pp.= total de 76 páginas)
- **p. ej.** = por ejemplo
- **s.d.**, **SD** = desviación estándar
- **s.l.** = sentido amplio (*sensu lato*)
- **sp.** = especie
- **spp.** = especies
- **ssp.** = subespecie
- **sspp.** = subespecies
- **s.s.**, **s. str.** = sentido estricto (*sensu stricto*)
- **sup.** = suplemento
- **vs.** = versus

que la primera”, pero incorrecto “el fallo sucedió en un elevado % de los casos” o “la segunda parcela es > que la primera”.

Una última recomendación, que debiera sobrar en un contexto universitario, pero que algunos olvidan con cierta frecuencia: nunca en ningún trabajo académico o documento que pretenda difundirse al público se han de escribir abreviaturas taquigráficas, ni utilizar el “lenguaje abreviado” habitual en mensajes de móvil, *chats* y mensajería instantánea.

*Si hay alguna duda, escribe el término completo.*

D. C. Andrews

## 2.5 EDICIÓN Y PRESENTACIÓN FORMAL DE TRABAJOS ESCRITOS

El soporte material del documento (papel, pantalla, etc.) actúa de canal en la transmisión de ideas del autor al lector. La apariencia formal es un aspecto importante que a veces se minusvalora. La presentación, aunque no influya en la calidad del contenido del documento, sí influye en su valoración; es el primer elemento que un lector evalúa de un texto, aunque sea de manera inconsciente: una deficiente presentación provoca un juicio negativo, mientras que una buena presentación genera una valoración favorable.

Los aspectos materiales o de presentación física del documento han de ser, por tanto, considerados también de forma cuidadosa. No se trata de conseguir una presentación perfecta, ya que no somos especialistas en diseño o composición. Además, en este terreno hay aspectos relativos al gusto personal y que, por tanto, resultan opinables. Nuestros objetivos han de ser:

- sencillez y claridad
- facilidad de lectura
- resaltar la estructura del documento.

En ocasiones, algunas cuestiones de formato y presentación vendrán predeterminados (por el profesor en el caso de un trabajo académico, por la editorial en el caso de una publicación, etc.). Incluso en estos casos hay necesidad de cuidar la presentación y decidir en todo aquello que no venga marcado con antelación.

Los resultados serán suficientemente buenos siguiendo unas pocas normas y recomendaciones:

- Coherencia en el formato: Es necesario mantenerla entre las distintas páginas y secciones, aunque pase mucho tiempo entre la elaboración de unas y otras o aunque el documento tenga varios autores.
- Tipografía: Las fuentes más recomendadas para facilitar la lectura en textos impresos de cierta extensión son las llamadas *romanas*: p. ej., *Book Antiqua*, *Century*, *Garamond* o *Times New Roman*. Esta clase de tipografías se prefiere para grandes cantidades de información (son típicas en los periódicos, p. ej.), por estimarse que son más cómodas de leer: tienen un diseño con *serifa* (el pequeño remate en los extremos de cada línea) que una visualmente las letras, haciendo que la vista fluya más fácilmente de una a otra. Su apariencia es más seria que las tipografías sin remate, más informales.
- No procede abusar de cambios en tipos de letra (dos o tres en el mismo documento), ni de atributos (negrita, cursiva, mayúsculas, subrayado, tamaños, texto en color invertido...).
- Tamaños habituales son los comprendidos entre 9 y 12 puntos.
- Color: Evitaremos utilizar el color en el texto de forma excesiva y/o muy llamativa y las combinaciones de colores que resulten agresivas. Eso no quita que se utilice el color de forma inteligente en la parte gráfica del trabajo o para resaltar alguna cuestión. En este

aspecto, no es lo mismo un documento para leer impreso que en pantalla (p. ej., una página web).

- Espacios en blanco: Hay que perder el “miedo al vacío”. Los espacios limpios o en blanco son un componente de valor para dar calidad visual. Si se incluyen imágenes o tablas, hay que dejar que estas “respiren”, disponiendo alrededor de las mismas un espacio vacío suficiente. No obstante, no hay que abusar para aumentar el volumen aparente del trabajo.
- Márgenes: Son necesarios tanto en textos escritos a ordenador como en manuscritos (caso en el que a veces se olvidan). Como referencia pensemos en márgenes en torno a 2,5 o 3 cm. No hay acuerdo sobre si los laterales han de ser iguales o distintos. Si el documento va a encuadernarse, el margen izquierdo habrá de ser mayor y, si la impresión se realiza a dos caras, el margen mayor ha de alternar entre las páginas pares e impares. El superior e inferior dependerán de si se incluyen encabezados y/o pies de página.
- Columnas: Hay quien recomienda composición en columnas porque las líneas de gran longitud resultan más difíciles de leer, al menos cuando el tamaño de letra sea pequeño y para algún tipo de documentos.
- Alineación: Lo mejor es justificar a ambos lados el cuerpo del texto.
- Párrafos: Se han de evitar los de gran extensión. Conviene que los párrafos se identifiquen fácilmente: con un interlineado mayor entre párrafos y/o con sangría en la primera línea.
- Interlineado: Puede optarse por el sencillo, el doble o un valor intermedio, en función del tipo de letra, la longitud de los párrafos, etc. Una separación muy pequeña dificulta la lectura y una muy amplia da sensación de querer aparentar un documento más extenso. La separación de línea y media, a decir de algunos, aporta elegancia al texto.
- Líneas viudas y huérfanas: Una línea *viuda* es la última de un párrafo que queda sola en la parte superior de una página y una *huérfana* es la primera línea de un párrafo que queda sola en la parte inferior de una página. Hay que evitar ambos casos. Lo mejor es utilizar la opción del procesador de texto de controlar este aspecto automáticamente. Si no tiene, o no se sabe emplear, se hace necesario considerar esto en una revisión final en la que se realicen pequeños cambios para evitar su aparición.
- Tablas y figuras: Han de ir numeradas y llevar un encabezado o pie explicativo. Cada una estará referenciada en el texto, al menos, una vez.

En documentos compuestos a ordenador, es aconsejable aprovechar las capacidades del procesador de textos para, p. ej., manejo automático de formatos, elaboración automática de índices, insertar notas al pie, encabezamientos y pies de página, etc. Cabecera y pie de página se pueden utilizar para disponer datos identificativos: título de documento y/o sección, número de página, autor...) con tipografía adecuada y suficiente separación con el cuerpo de texto para evitar su confusión con el mismo.

Para trabajos académicos, salvo indicaciones distintas de los profesores en cada caso, se pueden seguir algunas orientaciones generales más:

- Portada: Es necesaria, excepto para los trabajos muy cortos, en los que de todas formas es necesario recoger en un encabezado esta información. Deberá incluir:
  - ⇒ Título del trabajo
  - ⇒ Autor/es
  - ⇒ Asignatura
  - ⇒ Curso y titulación
  - ⇒ Puede ser conveniente también la fecha de presentación (mes y año, al menos).
- Ilustraciones e imágenes: Si se introducen, que sean pertinentes y ayuden a la comprensión del texto. No incorporarlas simplemente para engrosar el trabajo.
- Bibliografía: Siempre se ha de incluir. Ver el apartado siguiente.



- **Índices:** Es muy recomendable incorporar un índice o tabla de contenidos, aunque se pueda obviar en textos cortos y/o con pocos apartados. En trabajos extensos se pueden añadir índices de tablas y de figuras. Incluir índices obliga a numerar las páginas, pero aunque no haya índice, la numeración es necesaria a fin de localizar o referenciar más fácilmente la información. A veces, en trabajos extensos, se numeran las páginas iniciales (título, índices, agradecimientos, etc.) con números romanos en minúsculas.
- **Anexos:** Contendrán, si resulta procedente, material complementario que ilustre o avale con datos o cálculos lo consignado en el texto principal del trabajo.
- **Papel:** Como norma general, se utilizará folio tamaño estándar A4. Mejor blanco que de color, sin rayado ni cuadrícula, aunque sea un trabajo manuscrito. De calidad homogénea y suficiente: puesto que la calidad de un papel viene dada en buena medida por su grosor, como recomendación general, no usar papel de menos de 70 u 80 g/m<sup>2</sup>.
- **Encuadernación:** Dependerá del número de hojas, pero aunque sean pocas es preferible que tengan una unión permanente (al menos grapadas) a sólo un clip o una funda de plástico.
- Si el trabajo es manuscrito:
  - ⇒ el texto irá en tinta azul o negra, no en otros colores ni, por supuesto, a lápiz;
  - ⇒ los posibles errores se corregirán sin tachaduras.

## 2.6 NORMAS SOBRE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Un apartado dedicado a reseñar las fuentes consultadas es obligado para cualquier documento técnico, científico o académico, porque proporciona al lector un panorama sobre la información sobre el tema que existe y a la que el autor ha accedido. Además, es un requerimiento ético: no apropiarnos de la propiedad intelectual de otros. Siempre hay que citar las fuentes de la información que hayamos empleado en la elaboración de un documento y que no hayamos generado nosotros.

*Un día mi abuelo me dijo que hay dos clases de personas: aquellas que hacen el trabajo y aquellas que se adjudican el mérito. Él me dijo que trataría de estar en el primer grupo; hay menos competencia ahí.*

Indira Gandhi

Efectivamente, al tomar frases, datos o figuras de otras personas y hacer creer que somos los autores, estamos plagiando. Si plagiar no es nuestra intención, hemos de decir al lector de dónde hemos obtenido la información que mencionamos. Además, pensemos que al asumir como propios los datos o argumentos de otros, corremos el riesgo de atribuirnos sus posibles errores.

Existen dos formas de utilizar ideas o datos ajenos evitando el plagio: la paráfrasis y la citación.

**Parafrasear** es interpretar lo escrito por otros con nuestras palabras. Una paráfrasis es, pues, un texto que recoge ideas de uno o varios autores tras ser reflexionadas, asimiladas y reelaboradas por nosotros, con lo que el texto ya es nuestro.

**Citar** es mencionar al autor o autores de los datos o ideas que recogemos, agregando la referencia bibliográfica completa que permita al lector localizar su origen (para comprobar la veracidad de lo citado, situarlo en contexto o ampliar su conocimiento). Citar a otros no supone demérito; por el contrario, da valor al trabajo, porque muestra que se han consultado fuentes relevantes y fiables. La citación correcta de otros destaca lo original que hay en un escrito y muestra cuál es el aporte de su autor, aunque pueda ser escaso (es lo que el trabajo tiene de personal). En ocasiones, lo original consiste en organizar inteligente y creativamente las ideas de otros o interpretar sus datos desde una nueva perspectiva.

La cita puede ser *literal* (palabra por palabra) o simplemente un extracto e, incluso, una paráfrasis tras la que puede añadirse una cita para avalar lo que afirmamos con información relevante de otros autores o para resaltar diferencias o contradicción con lo se expone en nuestro trabajo. Las citas literales se transcriben entre comillas (y, a veces, en cursiva) o, sobre todo cuando la cita es extensa, con tipo de letra diferente y/o diferencias en margen, interlineado, etc. Si parte del texto (una frase o más) citado no nos es necesaria podemos eliminarla, sustituyéndola por puntos suspensivos encerrados entre paréntesis: (...).

A toda cita corresponde una *referencia*, como se ha dicho. Las referencias habitualmente se recogen por orden alfabético de autores, o por orden de aparición en el texto, en una sección al final del documento. Esta sección puede recibir distintos títulos: Bibliografía, Literatura Citada, Referencias, Referencias Bibliográficas o Fuentes. Algunos defienden que “bibliografía” sólo ha de usarse para material impreso, mientras que si se incluyen páginas de Internet u otro tipo de fuentes (entrevistas, documentos audiovisuales...) sería más correcto hablar de Referencias o Fuentes, si bien esta es una cuestión secundaria. También es posible reseñar las referencias como notas a pie de página.

## FORMAS DE CITAR

Existen varios estilos de cita y referencia. La tendencia a usar cada uno es diferente en distintas disciplinas y cambia con el tiempo. Hay que seguir el que se haya establecido (por el profesor, por las normas de la editorial, etc.) o bien elegir un estilo y ser consistentes con él. Se puede citar de dos maneras, básicamente:

- **Por autor y año:** se cita por el apellido del autor/es y el año de publicación. La Bibliografía se ordena alfabéticamente por autores, usando letras minúsculas (a, b...) tras el año para distinguir trabajos publicados por el mismo autor el mismo año. Los artículos con tres o más autores se citan por el apellido del primer autor seguido por “et al.”, pero en la Bibliografía se ponen todos los autores.

Ejemplos:

- ⇒ Pérez (1987) describió tres especies...
- ⇒ ... en concordancia con los resultados de Smith y Christiansen (1998)...
- ⇒ Se empleó un método analítico digital de modulación de amplio espectro (Kent et al., 2001).
- ⇒ ... mientras que en algunos casos (Gómez, 2006b) se han encontrado valores mayores.

- **Por número:** se asigna un número a cada referencia en la Bibliografía y se cita por ese número, puesto entre paréntesis o corchetes o elevado como superíndice. Dependiendo del estilo o las normas aplicables, la Bibliografía se ordena alfabéticamente por autores o por orden de aparición en el trabajo (en este caso, sólo se incluyen en la Bibliografía las fuentes citadas y no otras fuentes consultadas). Si interesa se puede mencionar el autor o el año en el redactado.

Ejemplos:

- ⇒ Pérez (3) describió en 1987 tres especies...
- ⇒ ... en concordancia con los resultados de Smith y Christiansen [7]...
- ⇒ Se empleó un método analítico digital de modulación de amplio espectro <sup>5</sup>.
- ⇒ ... mientras que en algunos casos (16) se han encontrado valores mayores.

Lo principal para una referencia es que sea completa. También existen varios estilos de referencia, que se diferencian en el orden en que se disponen los diferentes datos, en el uso de

iniciales o nombre completo de los autores, si se incluye o no el título completo de los artículos científicos, etc. Aunque no sean las únicas, presentamos unas formas usuales de citar libros y artículos científicos. Remitimos a las diversas normas existentes para ver cómo citar comunicaciones o ponencias de congresos o simposios, artículos en periódicos y revistas no científicas, publicaciones con autor institucional (ministerios, asociaciones, organismos, etc.), tesis u otros trabajos académicos (como proyectos fin de carrera), libros colectivos en que cada capítulo es de un autor, diccionarios y obras de referencia, etc.

Libros: Apellido del autor (coma), nombre o inicial/es del nombre (coma), (año) o año (punto), título y subtítulo si es el caso (coma), número de la edición si no es la primera (punto). Ciudad de la edición (dos puntos), editorial (punto).

Artículos en revistas científicas: Apellido del autor (coma), nombre o inicial/es del nombre (coma), (año) o año (punto), título del artículo (punto), nombre de la revista (coma), volumen, número entre paréntesis y páginas (pp.) que ocupa el artículo, separadas por guiones la inicial y la final.

Otras instrucciones comunes: El título se pone en el idioma original de la publicación. Si hay más de un autor, se separan por comas, excepto el último que va precedido de la conjunción “y”. Unas veces se colocan las iniciales de todos los autores tras su apellido y otras sólo se posponen para el primero. A la ciudad de edición se puede añadir el país entre paréntesis, si no es muy conocida o si hay varias con igual nombre. Si se quiere concretar la(s) página(s) consultada(s) en un libro se añade al final: p. X o pp. X-Y.

Ejemplos:

Libro:

- ⇒ DAY, R. A., (2005). **Cómo escribir y publicar trabajos científicos**, 3ª ed. en español. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud.

Artículos:

- ⇒ WIESENBORN, W. D., (2004). Mouth parts and alimentary canal of *Opsius stactogalus* Fieber (Homoptera: Cicadellidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, **77** (2), 152-155.
- ⇒ SPROUL, J., H. KLAAREN, y F. MANNARINO, (1993). Surgical treatment of Freiberg's infraction in athletes. **Am. J. Sports Med.** **21**, 381-384.

Si la relación de fuentes se denomina Literatura Citada, sólo incluirá las referencias de las citas. Pero en ocasiones procede referenciar otras fuentes *consultadas*. Lógicamente, en la lista se incluirá sólo material que hayamos consultado (aunque no sea en su totalidad) y que nos ha servido de apoyo en la redacción y no fuentes que conocemos, pero que no hemos leído. Esto nos lleva al caso de la *fuentes secundaria* o “cita de cita”, es decir, cuando el texto o dato que mencionamos es, a su vez, una cita dentro de la obra que hemos leído y no tenemos la obra original a nuestro alcance. En este caso se ha de referenciar la obra original y luego, tras poner “citado en”, la referencia de la obra de donde se ha tomado:

Ejemplo:

- ⇒ Cita: ... según la propuesta de Sneath et al. (1986)...
- ⇒ Referencia: Sneath, H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. y Holt, J. G., 1986. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 2. Baltimore: Ed. Williams and Wilkins. Citado en Marín Galvín, R. 2003. *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos*. Tratamiento y control de calidad de aguas. Madrid: Ed. Díaz de Santos.

Para finalizar, señalaremos que no conviene abusar de citas para respaldar nuestras afirmaciones. No hay que añadir citas para respaldar lo que todo el mundo conoce. Por otro

lado, se recomienda no incluir más de tres citas para la misma idea o argumento. Si son muchas las citas disponibles, lo mejor es usar las más recientes y/o las más relevantes (por sus autores, por la difusión de la publicación, etc.).

Ejemplos en que sobran las citas (tomados del Manual de Redacción Científica de José A. Mari Mutt, disponible en <http://caribjsci.org/epubl/index.htm>):

- ⇒ Los plaguicidas son tóxicos (Cancel, 1967; Henderson, 1950; Hedges, 1936; Curtis, 1975).
- ⇒ El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo (Andújar, 1992; Cardona, 1995; Hill, 1997).

## REFERENCIA DE DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS DE INTERNET

En general, para citar información telemática se emplean adaptaciones de los estilos y normas utilizados para material impreso. Algunas características diferenciales son:

- Los distintos tipos de información en línea disponibles: páginas y sitios web (incluyendo *blogs*) mensajes de correo electrónico y listas de distribución, servidores de transferencia de ficheros, boletines electrónicos, publicaciones en línea (revistas, etc.), libros electrónicos, bases de datos en línea, foros de discusión, etc. Por ello es conveniente indicar el tipo de medio, p. ej., entre corchetes.
- Los recursos electrónicos en Internet presentan cierta inestabilidad: se pueden actualizar y modificar con frecuencia, los sitios web se crean y desaparecen con facilidad, migran de servidor, dejan de actualizarse o de mantenerse, etc. Una referencia electrónica o URL (localizador uniforme de recursos) citada en un documento es posible que no sea válida cuando se publique o cuando los lectores intenten acceder a ella. Por ello, para recursos en línea es necesario incluir la fecha de acceso (aquella en que se ha comprobado la disponibilidad del recurso citado) con una frase como “visitado en”, “consultado en” o “con acceso en” seguido de la fecha, también entre corchetes.
- Es recomendable que los autores de un trabajo conserven archivada copia impresa del recurso electrónico citado, por si alguien (profesor, editor u otro lector) la solicita al no localizarlo en la Red.

Datos a incluir en una referencia electrónica: autor/es o responsable, fecha de publicación/actualización, título, lugar de publicación, editor, tipo de medio, disponibilidad y dirección electrónica (URL) de acceso, formato del medio y fecha de acceso. Algunas cuestiones a tener en cuenta:

- Si se desconoce el autor se mencionará el responsable del documento o recurso (persona, organización o institución) y, si éste no constase, se colocará en su lugar la dirección (URL). La cita en el texto, en ese caso, se hará por esta URL.
- Fecha: Hay que distinguir la de edición en papel (si existe), la de publicación en Internet y la de actualización de la página. Se pueden poner varias de éstas, en el orden indicado. Si no es posible determinar ninguna de dichas fechas se pone: "fecha desconocida".
- Disponibilidad: Comenzará con las palabras "disponible en..." o algo equivalente, seguido de la dirección electrónica de acceso. La URL deberá incluir el protocolo (<http://>, <ftp://> ...) y escribirse exactamente igual que el original (respetando las mayúsculas y minúsculas que figuren, así como los signos no alfanuméricos), en ocasiones entre los signos “<” y “>”. Una dirección URL que continúe en la siguiente línea, se puede dividir después de una barra “/” o un signo de puntuación; no es válido insertar (o dejar que lo haga el procesador de textos) un guión para dividirla.

- Formato del medio: Es opcional, aunque recomendable: html, pdf, word, etc. Se puede incluir más información que parezca relevante para completar la referencia.
- Editor, número de edición y lugar de publicación se incluyen en la referencia si son de aplicación para el documento citado.

Ejemplos tomados de:

Haro, J.J., 1999. El estilo en las citas de los recursos electrónicos, *Aracnet - rev. elect. entom.*, 1 [Boletín electrónico on line] Disponible en:

<<http://entomologia.rediris.es/aracnet/num1/estilo.htm>> [con acceso el 15 de febrero de 2008]

- ⇒ Watanabe, H.; Noda, H.; Tokuda, G. y Lo, N., 1998. A cellulase gene of termite origin. *Nature* (394): 330 - 331. [publicación en línea]. Disponible en: <<http://www.nature.com/serverjava/Propub/nature/394330A0.frameset?context=toc>> [con acceso el 2-1-1999]
- ⇒ Yahoo, 1998. *Biología : Zoología : Animales, insectos y mascotas: Insectos*. España. [web en línea]. Disponible en: <[http://www.yahoo.es/Ciencia\\_y\\_tecnologia/Biologia/Zoologia/Animales\\_\\_insectos\\_y\\_mascotas/Insectos/](http://www.yahoo.es/Ciencia_y_tecnologia/Biologia/Zoologia/Animales__insectos_y_mascotas/Insectos/)> [con acceso el 2 de enero de 1999]
- ⇒ <<http://www.netcall.com.mx/abejas/alianza.html>>. Fecha desconocida. *La apicultura en México*. México. [web en línea]. [con acceso el 2 de enero de 1999]
- ⇒ Darwin, C. 1859; 29 de marzo de 1996. *On the Origin of Species*. 1ª ed. London: John Murray, Albemarle Street. [libro en línea] Disponible en: <<http://www.clarkson.edu/edu/lit/books/Books/origin.html>> [con acceso el 2-1-1999]
- ⇒ Donoghue, M.; Sanderson, M. y Piel, W. Actualizado el 14-9-1998. *TreeBASE. A Database of Phylogenetic Knowledge*. NSF, Harvard University Herbaria, and the University of California Davis, USA. [base de datos en línea]. Disponible en: <<http://herbaria.harvard.edu/treebase/>> [con acceso el 2-1-1999]
- ⇒ De Haro, J.J. y Melic, A. 1998. Taxonomía, Sistemática, Filogenia y Clasificaciones. [documento en línea]. Disponible en: <<http://entomologia.rediris.es/documentos/taxonomia.rtf>> Formato rtf. También disponible en formato HTML en: <<http://entomologia.rediris.es/documentos/taxonomia.htm>> [con acceso el 3 de enero de 1999]

Más información al respecto en:

- LAMARCA, M.J. (2006). ¿Cómo citar recursos electrónicos? En *Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid. Disponible en: <[http://www.hipertexto.info/documentos/citar\\_elec.htm](http://www.hipertexto.info/documentos/citar_elec.htm)> [con acceso el 18 de marzo de 2008]
- SORLI, A. y MERLO, J.A. (2000). Estilos de citas y referencias de documentos electrónicos. **Revista Española de Documentación Científica**, 23 (4), 483-496. Disponible en: <<http://exlibris.usal.es/merlo/escritos/citas.htm>> [con acceso el 15 de febrero de 2008]
- ISO (1997). Norma ISO 690-2. Traducción de C. Pasadas Ureña. Disponible en: <[http://www.ugr.es/~pwlac/G00\\_Referencias\\_electronicas.html](http://www.ugr.es/~pwlac/G00_Referencias_electronicas.html)> [con acceso el 15 de febrero de 2008]

## 2.7 BIBLIOGRAFÍA

Además de las fuentes ya citadas en el texto, se relacionan las siguientes referencias que han sido consultadas para elaborar este documento y/o pueden servir para encontrar recomendaciones y guía en materias de redacción, ortografía, presentación, etc.

ACOSTA, D. A., (2006). *Manual para la elaboración y presentación de trabajos académicos escritos*. Bogotá (Colombia). Disponible en <<http://static.scribd.com/docs/b9jr29v2gohpj.pdf>> [con acceso el 8 de julio de 2008].

AGUILAR, P. G., (2006). *Algunas recomendaciones para redacción científica*. Callao (Perú): Instituto del Mar del Perú. Disponible en <<http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/modelocea/archivos/aguiar-recomendredaccion.pdf>> [con acceso el 8 de julio de 2008].

DAY, R. A., (2005). **Cómo escribir y publicar trabajos científicos**, 3ª ed. en español. Washington DC (EE.UU.): Organización Panamericana de la Salud.

ECHEVARRÍA, M., (2001). *Manual de Estilo CISESE*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CISESE). Ensenada (Baja California, México). Disponible en <<http://www.cicese.mx/manual/index.htm>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

El País, (2002). **Libro de estilo de El País**, Madrid: Aguilar. Disponible versión *online* en <<http://www.estudiantes.elpais.es/LibroEstilo/inicio.htm>> [con acceso el 8 de julio de 2008].

MARI, J. A., (2003). Manual de Redacción Científica. **Caribbean Journal of Science**, Special publication N° 3, 6ª Ed. Disponible en <<http://caribjsci.org/epubl/>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

MARI, J. A., (2004). *Fundamentos de la Redacción Científica*. Universidad de Puerto Rico. Presentación (pdf) disponible en <<http://grad.uprm.edu/oeg/RecursosDocumentos/>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

MIYASHIRO, M., (2007). *Errores ortográficos y gramaticales más frecuentes*. Presentación (ppt) disponible en <[http://www.med-unjfsc.edu.pe/schem/files/Redaccion\\_cientifica/13.%20Errores%20comunes%20en%20la%20redacci%F3n%20cient%EDfica.ppt](http://www.med-unjfsc.edu.pe/schem/files/Redaccion_cientifica/13.%20Errores%20comunes%20en%20la%20redacci%F3n%20cient%EDfica.ppt)> [con acceso el 9 de julio de 2008].

Real Academia Española, (1999). **Ortografía de la Lengua Española**, Madrid: Espasa. Disponible (pdf) en <<http://www.rae.es/rae/%5CNoticias.nsf/Portada3?ReadForm&menu=3>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

Real Academia Española, (2005). **Diccionario Panhispánico de Dudas**. Madrid: Santillana. Disponible en <<http://buscon.rae.es/dpd/>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

RODRÍGUEZ, F. J., (2007). *Manual de estilo. Indicaciones para la presentación de trabajos escritos*. Presentación disponible en <<http://www.slideshare.net/pacorodriguez/manual-de-estilo>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

Universidad Carlos Albizu, (2003). *Informes Escritos*. Presentación (ppt) disponible en <<http://sju.albizu.edu/Correccion/Informes%20Escritos/informes%20escritos.ppt>> [con acceso el 9 de julio de 2008].

### 3 CIFRAS, UNIDADES, TABLAS Y GRÁFICOS

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

En el apartado anterior se ha tratado el lenguaje científico de forma extensa. Recordemos que la comunicación es la utilización de un código para la transmisión de mensajes. Dentro del lenguaje científico no debemos olvidar que tenemos que enviar mensajes con cifras numéricas que nos dan el valor de diversas magnitudes y estas magnitudes pueden estar medidas en diferentes unidades. Además, estos valores pueden darse escritos dentro del texto o bien en forma de tablas o gráficos. Todo esto tiene sus reglas de escritura y unos principios básicos que debemos conocer y aplicar.

#### 3.2 MAGNITUDES Y UNIDADES

Una magnitud es una propiedad física que se puede medir, es decir, que se puede comparar con otra, llamada patrón, y decir cuántas veces la contiene. Al resultado de medir lo llamamos medida y al patrón unidad de medida. Es necesario poder comparar medidas y operar con ellas, por tanto **es imprescindible el uso de las matemáticas como parte del lenguaje científico.**

Las magnitudes se clasifican en fundamentales, suplementarias y derivadas. Las primeras son magnitudes independientes. Las suplementarias no tienen un carácter fundamental claro y por ello no se incluyen en las primeras, sólo son dos de naturaleza geométrica. Por último, están las magnitudes derivadas que se deducen de todas las anteriores de forma coherente.

Cada una de las diferentes magnitudes tiene una unidad de medida asociada, que según el **Sistema Internacional (SI)** tiene un nombre y un símbolo concreto, aceptado universalmente y de uso legal. **Estas normas tienen que respetarse para que la comunicación sea correcta e inequívoca.** En la siguiente tabla se indican las magnitudes, unidades y símbolos de las fundamentales y suplementarias, así como algunas derivadas, donde se ha colocado entre paréntesis su expresión en función de unidades fundamentales.

#### El SI en Internet

En la dirección <http://personal.telefonica.terra.es/web/pmc/puigcerver.htm> podemos encontrar el artículo “Sobre el uso y el desuso del SI” de Manuel Puigcerver (Revista Española de Física, V-5, nº 1, 1991, pp 23-25) que explica y detalla pormenorizadamente las normas establecidas por el SI sobre magnitudes y unidades.

**Tabla de magnitudes y unidades del SI.**

Magnitud	Unidad	Símbolo
Magnitudes y unidades fundamentales		
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	ampére	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd
Magnitudes y unidades suplementarias		
Ángulo plano	radián	rad
Ángulo sólido	estereoradián	sr
Magnitudes y unidades derivadas		

Frecuencia	hertz	Hz ( $s^{-1}$ )
Fuerza	newton	N ( $kg \cdot m \cdot s^{-2}$ )
Presión, esfuerzo	pascal	Pa ( $N \cdot m^{-2}$ )
Energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J ( $N \cdot m$ )
Potencia	watt	W ( $J \cdot s^{-1}$ )
Potencial eléctrico, fem, diferencia de potencial	voltio	V ( $W \cdot A^{-1}$ )
Conductividad	siemens	S ( $A \cdot V^{-1}$ )
Resistencia eléctrica	ohmio	$\Omega$ ( $V \cdot A^{-1}$ )

### 3.3 NOTACIÓN CIENTÍFICA

Se denomina Notación Científica a la forma de expresar números muy grandes o muy pequeños como  $a \cdot 10^n$ , donde  $a$  es un número decimal de una sola cifra entera no nula multiplicado por una potencia de 10, donde  $n$  es un número entero. La notación científica nos permite expresar de forma fácil y sencilla lo mismo que usando la representación numérica.

Ejemplos:

- ⇒  $2\,300\,000 = 2,3 \cdot 10^6$
- ⇒  $0,000000000000000000000007 = 7 \cdot 10^{-21}$
- ⇒  $45\,678\,999\,300 = 4,5678999300 \cdot 10^{10}$
- ⇒  $0,000006742 = 6,7 \cdot 10^{-6}$

*El número de cifras decimales se truncará (redondeando: si la primera cifra suprimida es mayor o igual que 5, se aumenta en una unidad la última cifra conservada) según la precisión de la medida que estemos expresando.*

En la siguiente tabla se dan los prefijos de múltiplos y submúltiplos aprobados por el SI, aunque se recomienda usar sólo los exponentes múltiplos de 3 y los demás deben evitarse.

#### Tabla de prefijos

prefijo	símbolo	factor	prefijo	símbolo	factor
exa	E	$10^{18}$	deci	d	$10^{-1}$
peta	P	$10^{15}$	centi	c	$10^{-2}$
tera	T	$10^{12}$	mili	m	$10^{-3}$
giga	G	$10^9$	micro		$10^{-6}$
mega	M	$10^6$	nano	n	$10^{-9}$
kilo	k	$10^3$	pico	p	$10^{-12}$
hecto	h	$10^2$	femto	f	$10^{-15}$
deca	da	$10^1$	atto	a	$10^{-18}$

### 3.4 CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Cifras significativas son todos los dígitos que se conocen con seguridad, o de los que existe una cierta certeza. Cuando damos un valor numérico con un determinado número de cifras significativas estamos expresando la precisión de la medida, del cálculo o del resultado efectuado. Es por ello que no podemos dar más dígitos de los que sabemos con certeza (estaríamos “inventándonos” valores) ni tampoco dar menos (estaríamos evitando información).



Las cifras significativas de un número son todas las distintas de cero y el cero si se encuentra en medio del número o a la derecha.

Ejemplos:

⇒ 0,082056

5 cifras significativas, las comprendidas entre el 8 y el 6.

⇒ 14,00

4 cifras significativas. Los ceros están después de la coma decimal y se sabe con certeza que las décimas tienen un valor de cero y las centésimas también.

⇒ 14

2 cifras significativas. Sólo se conoce con certeza hasta las unidades.

⇒  $6,2 \cdot 10^5$

2 cifras significativas. Se conocen con certeza dos números.

⇒  $6,200 \cdot 10^5$

4 cifras significativas. Se conocen con certeza 4 cifras y se indican.

⇒ 7,14

3 cifras significativas.

⇒ 4800

Habría que decidir si este número es lo mismo que  $4,8 \cdot 10^3$ , que tiene 2 cifras significativas y se conoce con certeza sólo hasta las centenas, o  $4,800 \cdot 10^3$ , en cuyo caso tendría 4 cifras significativas y se conoce con certeza hasta las unidades.

Cuando el valor de una magnitud vaya acompañado de su error, nos estará indicando el intervalo en el que se encuentra, es decir, el valor de la medida es en realidad el intervalo en el que esperamos encontrar el resultado. Por ello, no tiene sentido que la medida tenga diferente número de cifras significativas que el error y tendremos que redondear el valor de la medida y del error según unas reglas básicas:

- El error se expresa siempre con una sola cifra significativa, excepto si esa cifra es 1, en cuyo caso se mantiene la segunda. Si la primera cifra suprimida es mayor o igual que 5, se aumenta en una unidad la última cifra conservada.
- La medida se expresará con unidades del mismo orden que el error y, lógicamente, no debe tener cifras significativas de orden menor que la última del error.

Ejemplos de valores correcta e incorrectamente escritos:

incorrectos

7,569±0,178

41±0,034

7393,5±314

7393,5±3

$(3,825 \pm 0,167) \cdot 10^4$

correctos

7,57±0,18

41,00±0,03

7400±300 es lo mismo que:  $(7,4 \pm 0,3) \cdot 10^3$

7393±3 es lo mismo que:  $(7,393 \pm 0,003) \cdot 10^3$

$(3,83 \pm 0,17) \cdot 10^4$

*El número de cifras significativas de las medidas correctas son: 3, 4, 2, 4, 3 respectivamente.*

En las siguientes direcciones web podemos encontrar numerosos ejemplos y casos prácticos sobre notación científica, cifras significativas, redondeo, operaciones básicas con notación científica, etc:

[http://newton.enice.mecd.es/escenas/ciencia\\_medida/cifrassignificativas.php](http://newton.enice.mecd.es/escenas/ciencia_medida/cifrassignificativas.php)

[www.educaplus.org/formularios/cifrassignificativas.html](http://www.educaplus.org/formularios/cifrassignificativas.html)

### 3.5 TABLAS

La tabla es una forma de presentar datos y dar información sobre ellos de forma conjunta y organizada. Una tabla se estructura en **filas y columnas** y la intersección de ambas son las **celdas**, que es donde se coloca cada dato.

La tabla debe llevar un título que la identifique y, si es necesario, se colocará un pie de tabla que explique y aclare todo lo necesario para poder “leer” la tabla correctamente. La mejor ubicación de una tabla es siempre inmediatamente después del texto donde se nombra, o en su defecto, lo más cerca posible de éste.

El diseño de la tabla se adecuará al trabajo donde vaya inmersa: tipo y tamaño de letra, ubicación de figuras, orientación del papel, etc. Siempre hay que tener la precaución de “dejar respirar” a las tablas, es decir, no juntar texto y tablas demasiado. Hay autores que recomiendan dos espaciados entre texto y tabla. Si la tabla es muy extensa nos podemos plantear el hacer varias y repartir la información, así como revisar si realmente es necesario que estén todas las columnas y/o filas: datos no significativos, datos que se pueden calcular fácilmente a partir de otros que están incluidos, etc. Si finalmente no es posible reducir la tabla, habrá que tener un cuidado especial en el diseño, y repetir en la siguiente página, donde continúe la tabla, el título y pie, para paliar la dispersión por el tamaño.

En cada fila y columna se colocan los valores de una variable o los datos que tienen en común una propiedad o una característica, por ello **el título de cada columna y fila debe quedar perfectamente indicado** y en el caso de ser una magnitud o conjunto de magnitudes, éstas se expresarán correctamente con sus unidades y los símbolos correspondientes. Todos los valores que se ubiquen en la tabla deben tener las cifras significativas adecuadas y el **orden de magnitud se mantendrá** en cada columna y en cada fila. Los datos en las celdas irán sin unidades.

No conviene abusar en el diseño al colocar líneas de diferentes grosores, formas o colores para separar columnas y/o filas, puede dar lugar a que el campo visual se sature y la información de la tabla no quede clara. Es conveniente alinear los datos y mantenerlo en toda la tabla ya que el orden facilita la lectura de los datos.

### 3.6 GRÁFICAS

Las representaciones gráficas sirven para poder visualizar de forma rápida, clara y sencilla la evolución de unos datos, la relación de diferentes variables, el comportamiento de una serie de valores, etc.

Existen multitud de gráficos adecuados a cada situación, así como también al tipo de variable con la que se trabaje, ya sea cualitativa o cuantitativa: barras, sectores, líneas, dispersión, gráficos XY, superficie, etc.

Por lo tanto, **lo primero que se debe hacer es decidir qué tipo de gráfica nos interesa** para plasmar toda la información que tenemos sobre la variable o variables a representar y ver si es necesario acompañar de una tabla de datos o no.

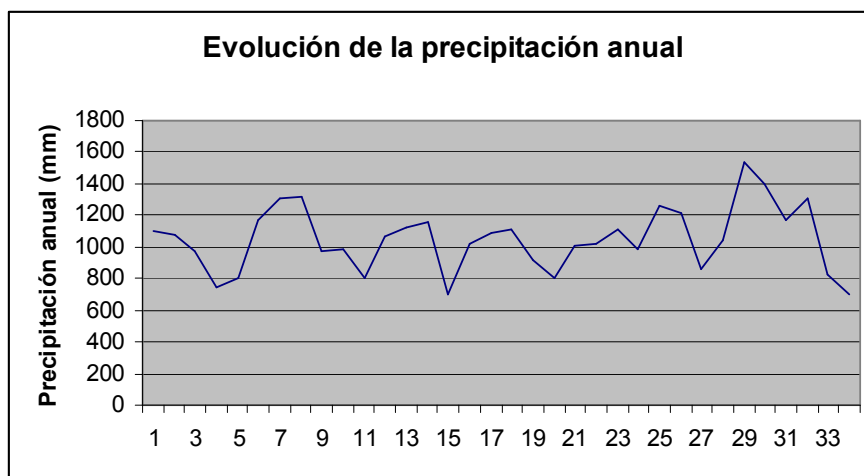
En los programas estadísticos y hojas de cálculo que usamos existe un menú sobre gráficos muy detallado, que nos permite diseñar las gráficas que deseamos. Sin embargo, a pesar de la

facilidad, es importante no olvidar algunos detalles a la hora de plasmar el gráfico que vamos a colocar en nuestro trabajo. Estos detalles son imprescindibles para que la representación gráfica tenga las características de sencillez, claridad y rápida comprensión:

- Título principal de la gráfica y subtítulos, si fuera necesario.
- Títulos de los ejes, indicando magnitudes y unidades.
- Claridad y sencillez en los símbolos, líneas y/o colores y sus correspondientes leyendas.
- Origen de coordenadas y escalas de los ejes acordes a los valores a representar y distribuidos uniformemente en toda la gráfica.

A continuación damos algunos ejemplos de cuatro tipos de gráficas muy usadas: líneas, XY, sectores, y barras, y los detalles importantes a tener en cuenta en cada una de ellas.

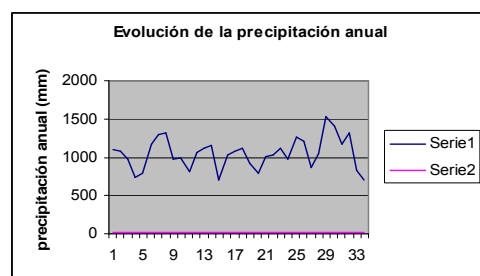
### GRÁFICO DE LÍNEAS



En este gráfico se representa una serie de datos uniformemente repartidos en el tiempo, en este caso cada año, y muestra como varía o **evoluciona la variable representada en el eje de ordenadas a lo largo del tiempo**. En el eje de abscisas no hay título (se podría poner *año*) ya que se sobreentiende que es cada año, al poner que es una evolución anual. Sería conveniente poner un subtítulo, debajo del título principal, indicando el lugar donde se han tomado los datos y el intervalo de tiempo (*EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL, Cervera de Pisuerga (España) 1972-2005*)

En este tipo de gráficas se pueden representar a la vez **varias series de datos**, por ejemplo la precipitación anual en ese periodo de tiempo de distintos lugares, con el fin de compararlas. En este caso cada línea será de un color y habrá que indicar en la **leyenda** a qué lugar corresponde cada color:

La escala del eje de ordenadas tiene que ser común para todos los datos. En caso contrario alguna serie podría no ser observada.



Es recomendable no saturar el gráfico con demasiadas variables. Esto no permitiría ver con claridad la evolución de las distintas series.

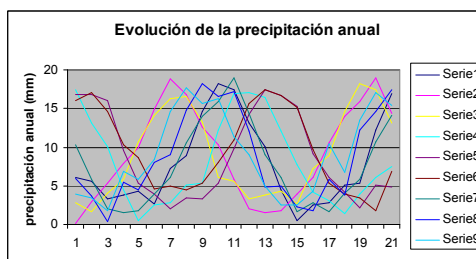
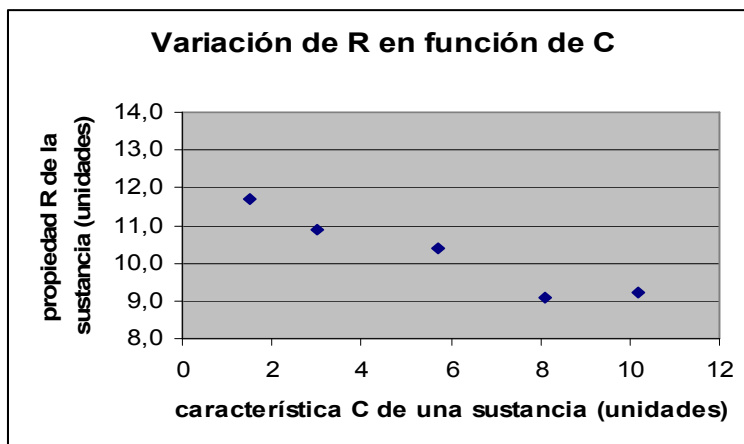
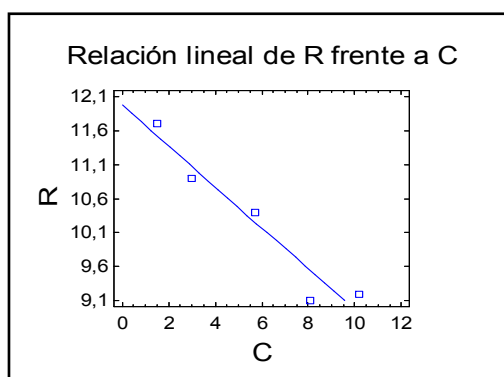


GRÁFICO XY

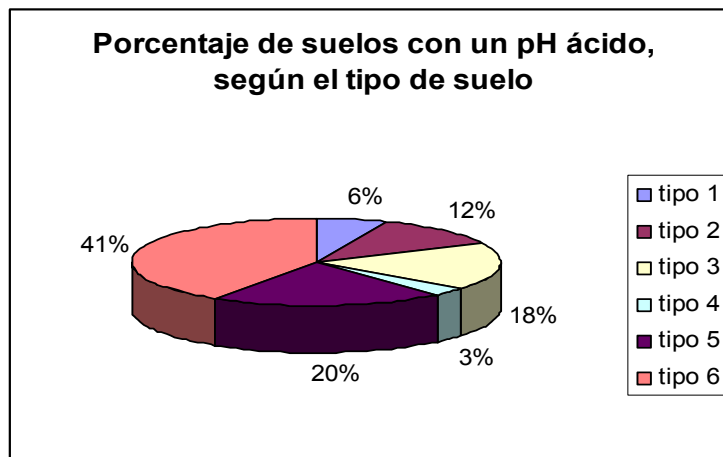


En este gráfico observamos la relación que existe entre dos variables. En general estas variables se denominan X, representada en el eje de abscisas, e Y representada en el eje de ordenadas. Hay que prestar especial atención en **nombrar las magnitudes particulares en cada eje y escribir sus símbolos adecuadamente**. Las escalas de ambos ejes no tienen por qué coincidir, cada una se adecuará a los valores a representar, en función del mínimo y del máximo. Se elegirán las escalas de forma que los puntos  $(x_i, y_i)$  se distribuyan por todo el gráfico. Si solamente queremos mostrar la relación entre ambas magnitudes, podemos optar por poner los puntos  $(x_i, y_i)$  o bien unirlos mediante una línea o la unión de varios tramos rectos, que hará mas intuitiva la visión de la evolución.

Si los datos están sujetos a un estudio matemático, éstos se podrán ajustar a algún modelo, por ejemplo de tipo lineal (regresión por mínimos cuadrados), cuadrático, exponencial, etc. En estos casos, se dejan únicamente los puntos experimentales y se representa a la vez en la gráfica el modelo matemático que hayamos usado, tal y como se muestra a continuación. La gráfica debe ir acompañada de la tabla de datos y/o del proceso matemático que hayamos seguido, ecuaciones, valores adicionales, etc. Todo aquello necesario para la correcta comprensión del proceso seguido.



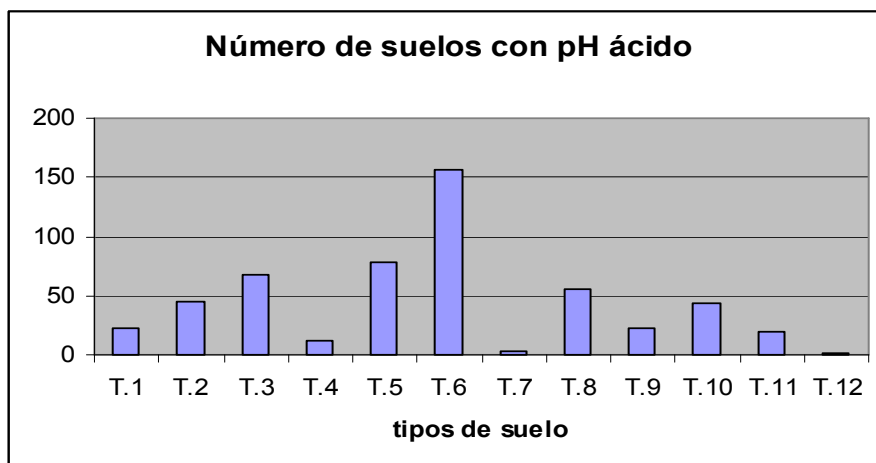
### GRÁFICO DE SECTORES



Este gráfico nos muestra la contribución de cada categoría (tipos de suelo del 1 al 6) respecto al total (suelos muestreados que tienen un pH ácido), es decir, los valores de cada “quesito o trozo de tarta” son **porcentajes del total** de la muestra, población o serie de datos con los que estamos trabajando. Las características de la serie global deben explicarse junto con la gráfica. En este caso sería la muestra de suelos con los que trabajamos: tamaño, rango, localización, explicación de cada tipo de suelo, a qué llamamos “pH ácido” y todo aquello que nos permita entender el trabajo realizado y representado.

Estos gráficos son visualmente muy aclaratorios, pero no admiten muchas categorías. En casos con muchas clases es mejor usar un diagrama de barras.

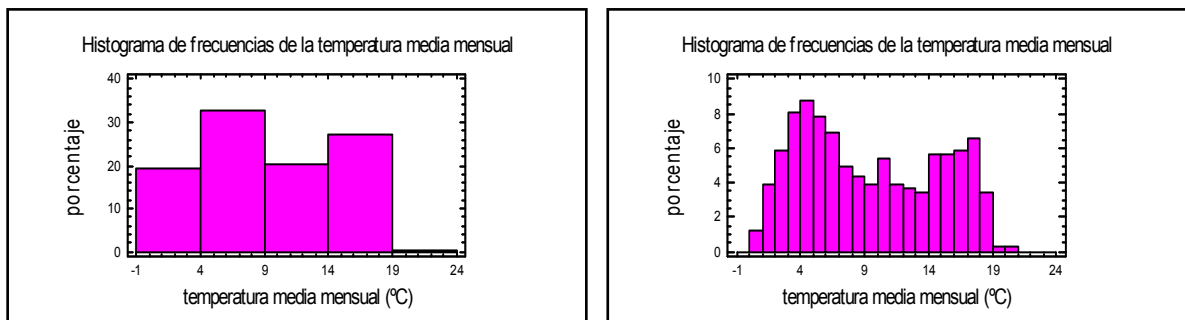
### GRÁFICO DE BARRAS



Aquí se representa el número de suelos muestreados con un pH ácido, distribuidos según el tipo de suelo (del 1 al 12). No aparecen porcentajes sino valores absolutos del número de suelos encontrados de cada categoría, aunque lo podemos diseñar también para representar porcentajes. Al igual que en el caso anterior, la representación debe ir acompañada de la información relativa a los datos y al trabajo realizado.

La gráfica se puede extender a lo largo del eje horizontal para poder ver, de forma clara, todos los tipos de suelo. En este caso un diagrama de sectores quedaría algo confuso visualmente para poder ver la contribución de cada clase (en este caso 12) al total de la muestra.

En este ejemplo la clasificación viene dada por una variable cualitativa (tipo de suelo), pero también se puede aplicar para variables cuantitativas y entonces habrá que decidir el número de clases o categorías que se hacen para clasificar el total de los datos. Todo el rango de datos se dividirá en varias clases de igual rango. Tendremos que tener en cuenta que a menor número de clases mayor rango tendrá cada una y, si hacemos muchas clases, cada una será de rango pequeño, como se muestra a continuación.



En este nuevo caso tenemos una serie de 408 datos de temperatura media mensual del aire, en un determinado lugar, tomadas entre los años 1972 y 2005. Se han realizado dos **histogramas de frecuencia** (diagramas de barras representando frecuencias relativas): en el primer gráfico se han distribuido los datos en 5 clases de 5 grados Celsius cada una y en el segundo caso en 25 clases de 1 grado cada una. En el trabajo donde se incluya la gráfica elegida se explicará todo lo necesario para su comprensión, así como los motivos de las decisiones tomadas.

## 4 FUNCIONES ELEMENTALES

### 4.1 INTRODUCCIÓN

En general, una función es una forma de producir objetos nuevos a partir de otros. Las funciones matemáticas producen números a partir de otros. En cualquier disciplina o área de conocimiento se estudian las relaciones entre distintas cantidades, variables, fenómenos o acontecimientos. Un biólogo puede necesitar conocer cómo varía con el tiempo la población de una colonia bacteriana en presencia de una toxina; un comercial puede necesitar la relación entre precio y demanda de un artículo; a un médico le puede interesar la relación entre peso y estatura de un individuo considerado como patrón, ... Las funciones matemáticas explican estas relaciones y nos permiten estudiarlas en profundidad: cómo de rápido crece o decrece una variable en función de otra, dónde se encontrará el máximo o el mínimo de una magnitud en función del tiempo, en qué momento presenta la mayor tasa de crecimiento, ... Las funciones matemáticas se construyen a partir de otras llamadas elementales. Por eso es preciso conocer e identificarlas por sus gráficas y sus propiedades. En este capítulo repasaremos algunas de ellas.

### 4.2 FUNCIONES EXPONENCIAL Y LOGARÍTMICA

#### FUNCIÓN EXPONENCIAL

**Definición:** Para cualquier constante  $b > 0$ , la función  $f(x) = b^x$  se llama función exponencial de base  $b$  y exponente  $x$ .

La función exponencial por excelencia es  $f(x) = e^x$  que tiene como base el número de Neper.

Estas funciones nos permiten modelizar matemáticamente diferentes comportamientos poblacionales, magnitudes físicas o fenómenos medioambientales. Veamos un ejemplo:

Algunas bacterias se reproducen muy rápidamente. Supongamos una población inicial de 100 bacterias que se duplica cada hora. Sea  $P(t)$  la población en el instante  $t$ . Así pues,  $P(0) = 100$ ,  $P(1) = 200$ ,  $P(2) = 400$ ,  $P(3) = 800$ , ... Descubrimos, por tanto, que la población de bacterias en función del tiempo admite como modelo la función

$$P(t) = 2^t \cdot 100 \text{ (bacterias en la hora } t)$$

Tiene sentido entonces calcular el número de bacterias transcurrida media hora, o tres cuartos de hora, o en el instante 3,1 horas:

$$P(1/2) = 2^{\frac{1}{2}} \cdot 100 = \sqrt{2} \cdot 100 \approx 141$$

$$P(3/4) = 2^{\frac{3}{4}} \cdot 100 = \sqrt[4]{2^3} \cdot 100 \approx 168$$

$$P(3,1) = 2^{3,1} \cdot 100 = 2^{\frac{31}{10}} \cdot 100 = \sqrt[10]{2^{31}} \cdot 100 \approx 857$$

Generalizando, podemos calcular el número de bacterias en cualquier instante  $t \in [0, +\infty)$ .

En la figura 1 se presentan las gráficas de algunas funciones exponenciales.

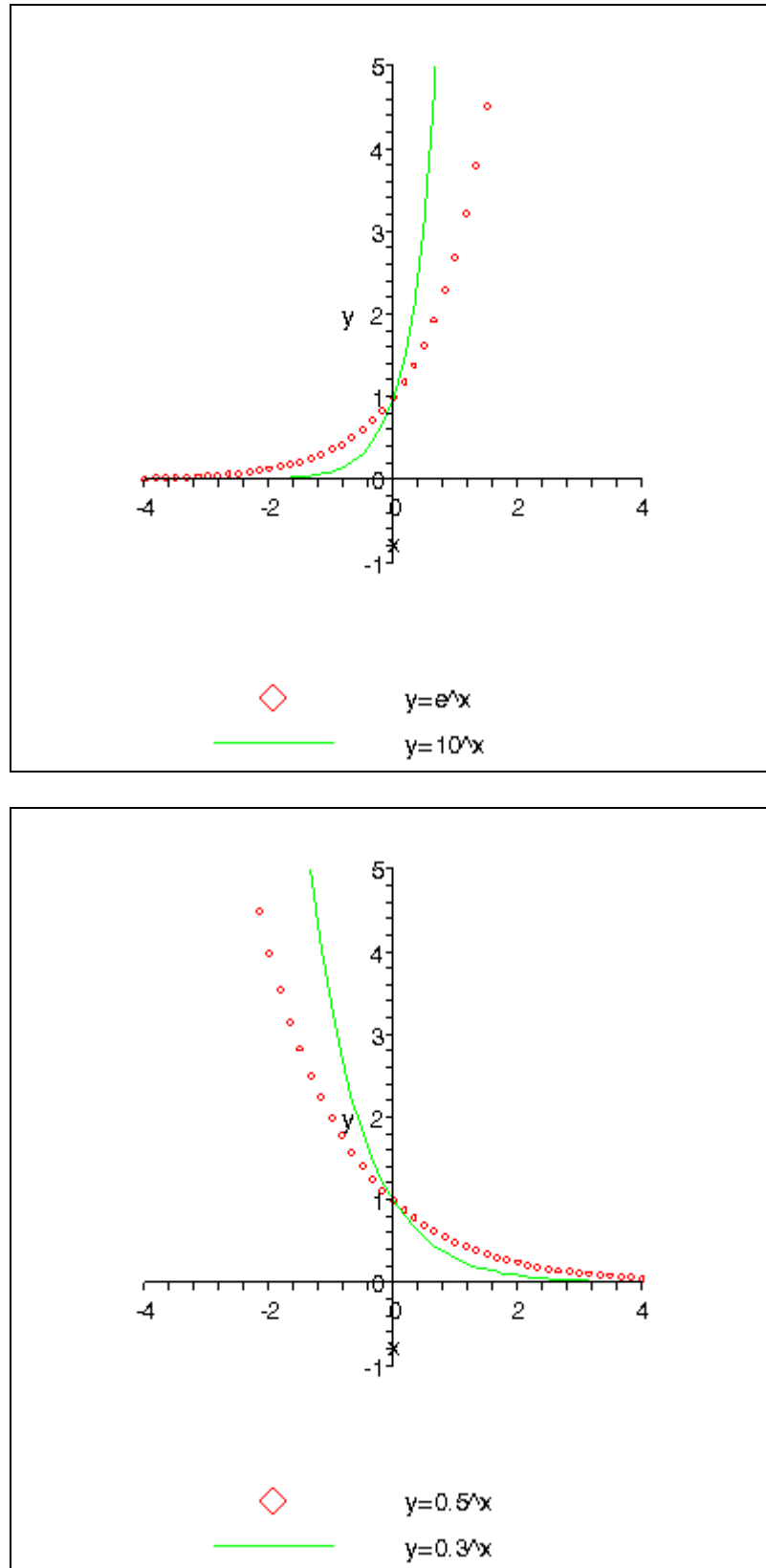


Figura 1: Representación gráfica de algunas funciones exponenciales

Obsérvense las diferentes trayectorias de las funciones exponenciales en función de que la base  $b$  sea mayor o menor (estricto en ambos casos) que 1.



**Reglas de los exponentes**

Para cualquier par de números **enteros**  $m$  y  $n$ :  $x^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{x^m} = (\sqrt[n]{x})^m$

Para cualquier número **real**  $p$ :  $x^{-p} = \frac{1}{x^p}$

Para cualquier par de números **reales**  $p$  y  $q$ :

$$(x^p)^q = x^{pq}$$

$$x^p \cdot x^q = x^{p+q}$$

**Opina:** ¿Están definidos los valores  $(-2)^{\frac{1}{2}}$ ,  $(-100.1)^{\frac{3}{8}}$ ,  $(-\pi)^{\frac{21}{100}}$  ? ¿Tiene sentido entonces considerar funciones exponenciales con bases negativas?

**Advertencia**

No debe confundirse una función exponencial con una función potencial del tipo  $f(x) = x^p$ , donde  $p$  es cualquier constante. En las funciones potenciales la variable está en la base mientras que en las exponenciales la variable está en el exponente. Aunque las reglas en los exponentes coinciden en ambos casos (obviamente) son funciones con propiedades diferentes. Un error bastante frecuente es derivar una función exponencial como si de una función potencial se tratara.

Función	Derivada	
	Correcto	Incorrecto
Potencial: $f(x) = x^p$	$f'(x) = p \cdot x^{p-1}$	
Exponencial: $f(x) = b^x$	$f'(x) = b^x \cdot \ln b$	$f'(x) = x \cdot b^{x-1}$

En la figura 2 se presentan gráficas de algunas funciones potenciales.

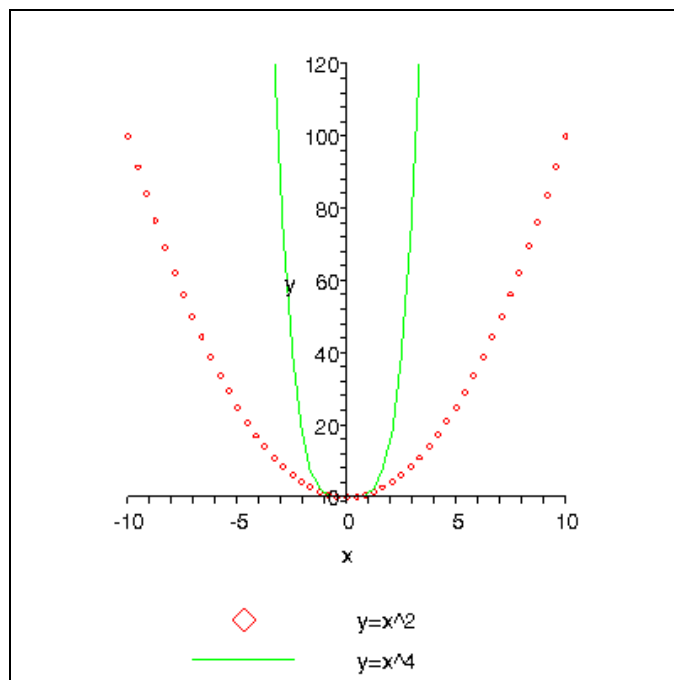


Figura 2: Representación gráfica de algunas funciones potenciales

## FUNCIÓN LOGARÍTMICA

La función inversa de una función exponencial es una función logarítmica. Esto se entenderá rápidamente si decimos que el  $\log_b x$  es el exponente al que debemos elevar la base  $b$  para obtener el valor  $x$ . Es decir,  $y = \log_b x$  si y solo si  $b^y = x$ .

Así pues,

$$\log_{10} 10 = 1$$

$$\log_{10} 1000 = 3$$

...

$$\log_{10} 1 = 0$$

En la expresión  $\log_b x$ , llamamos *base* al número  $b$  y *número del logaritmo* a  $x$ .

**Opina:** ¿tiene sentido considerar funciones logarítmicas con bases negativas? ¿Y funciones logarítmicas de bases positivas y número del logaritmo negativo? ¿Y logaritmo en cualquier base del número cero?

Para responder a estas preguntas debemos tener en cuenta que aunque  $\log_{(-2)}(-8) = 3$  o  $\log_{(-2)}(-32) = 5$  no podemos extender la función a toda la recta real ya que, por ejemplo, no existen, entre otros, los siguientes logaritmos:  $\log_{(-2)} 8$ ,  $\log_{(-2)} 2$ ,  $\log_{(-2)}(-16)$ .

Únicamente se consideran funciones logarítmicas de bases positivas y distintas de 1. Además, dado  $b > 0$  con  $b \neq 1$  se cumple que  $\log_b x$  estará definido sólo si  $x > 0$ . En la figura 4 se presentan algunas gráficas de funciones logarítmicas.

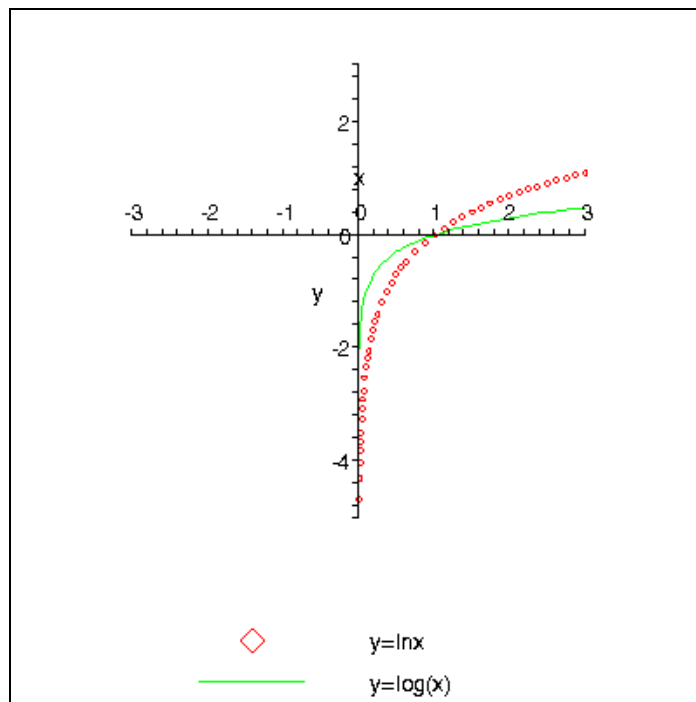


Figura 4: Representación gráfica de funciones logarítmicas

Los logaritmos más utilizados son los logaritmos decimales o en base 10 ( $\log x$ ) y los logaritmos neperianos o en base  $e$  ( $\ln x$ ).

En su origen, los logaritmos se utilizaban para trabajar con grandes números ( $\ln(1236987453) = 20.93$ ,  $\ln(125987) = 14.01, \dots$ ). En la actualidad nos ayudan a explicar magnitudes físicas, modelizar matemáticamente comportamientos de los seres vivos o fenómenos naturales y sociales.

### Cambio de base

Aunque revisando textos matemáticos anteriores a 1950 se pueden encontrar tablas de logaritmos en base 2, en la actualidad sólo se trabaja con logaritmos decimales o neperianos. Para encontrar el valor numérico de un logaritmo en base distinta a 10 o distinta al número  $e$ ,

recurrimos a la fórmula  $\log_b x = \frac{\ln x}{\ln b}$  o bien  $\log_b x = \frac{\log_{10} x}{\log_{10} b}$ .

### Propiedades de los logaritmos

Sean  $x > 0$  e  $y > 0$  dos números reales, entonces  $\log_a(x \cdot y) = \log_a x + \log_a y$ .

Sean  $x > 0$  e  $y > 0$  dos números reales, entonces  $\log_a\left(\frac{x}{y}\right) = \log_a x - \log_a y$ .

Sea  $x > 0$  y  $p$  un número real cualquiera, entonces  $\log_a x^p = p \cdot \log_a x$

**Opina:** ¿serían ciertas estas propiedades para cualquier par de números reales  $x$  e  $y$  independientemente del signo que tengan?

### Ejercicios resueltos

1.- Sabiendo que  $\log_{10} 3 = 0.47$  encontrar, sin utilizar la calculadora, los valores de  $\log_{10} 30$ ,  $\log_{10} 900$ ,  $\log_{10} 0.03$ .

Solución:

$$\log_{10} 30 = \log_{10}(10 \cdot 3) = \log_{10} 10 + \log_{10} 3 = 1 + 0.47 = 1.47$$

$$\begin{aligned} \log_{10} 900 &= \log_{10}(10^2 \cdot 3^2) = \log_{10} 10^2 + \log_{10} 3^2 = 2 \cdot \log_{10} 10 + 2 \cdot \log_{10} 3 = \\ &= 2 + 0.94 = 2.94 \end{aligned}$$

$$\log_{10} 0.03 = \log_{10}(10^{-2} \cdot 3) = -2 \cdot \log_{10} 10 + \log_{10} 3 = -2 + 0.47 = -1.53$$

2.- Resolver las siguientes ecuaciones

$$\Leftrightarrow 5 \ln x - \ln 32 = \ln\left(\frac{x}{2}\right)$$

Solución:

$$5 \ln x - \ln 32 = \ln\left(\frac{x}{2}\right) \Rightarrow \ln(x^5) - \ln 32 = \ln\left(\frac{x}{2}\right) \Rightarrow \ln\left(\frac{x^5}{32}\right) = \ln\left(\frac{x}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{x^5}{32} = \frac{x}{2} \Rightarrow 2x \cdot (x^4 - 16) = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ x = \pm\sqrt[4]{16} \end{cases}$$

Conclusión: La única solución es  $x = 2$  ya que  $\ln 0$  o  $\ln(-2)$  no están definidos.

$$\Leftrightarrow 3^x + 9^{x-1} = 4$$

Solución:

$$3^x + 9^{x-1} = 4 \Rightarrow 3^x + (3^2)^{x-1} = 4 \Rightarrow 3^x + 3^{2x} \cdot \frac{1}{9} = 4 \Rightarrow \begin{cases} y = 3^x \\ \frac{1}{9}y^2 + y - 4 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y = 3^x \\ y = 3, y = -12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3^x = 3 \\ 3^x = -12 \end{cases} \Rightarrow x = 1$$

Conclusión: Solución única  $x = 1$ , ya que  $3^x$  no puede tomar valores negativos.

### Errores muy graves y frecuentes:

- $e^{1+x+y} = e^1 + e^x + e^y$
- $\log_a(x+y) = \log_a x \cdot \log_a y$  (la expresión  $\log_a(x+y)$  no se puede simplificar).
- $\log_a(x+y) = \log_a x + \log_a y$

## 4.3 FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS

La palabra *trigonometría* deriva de los vocablos griegos *trigonon* (triángulo) y *metria* (medición). En este apartado presentamos un breve repaso de las funciones trigonométricas y sus representaciones gráficas.

### Definiciones:

Un radián es la medida del ángulo central de una circunferencia que determina un arco de longitud igual al radio de la misma.

Un grado ( $1^\circ$ ) es el ángulo formado por  $\frac{1}{360}$  de una rotación completa. Por tanto  $360^\circ = 2\pi$  radianes (rd).

Para hacer la conversión de grados a radianes basta aplicar una regla de tres o la relación anterior para deducir que  $\tilde{\alpha} \text{ rd} = \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} \pi \text{ rd}$ .

Análogamente para convertir radianes a grados  $\alpha^\circ = \frac{\tilde{\alpha} \text{ rd}}{\pi \text{ rd}} 180^\circ$ .

Si  $\alpha$  es un ángulo medido en **radianes** y  $(x, y)$  son las coordenadas de un punto sobre la circunferencia de centro el origen y radio 1, las funciones trigonométricas se definen como:

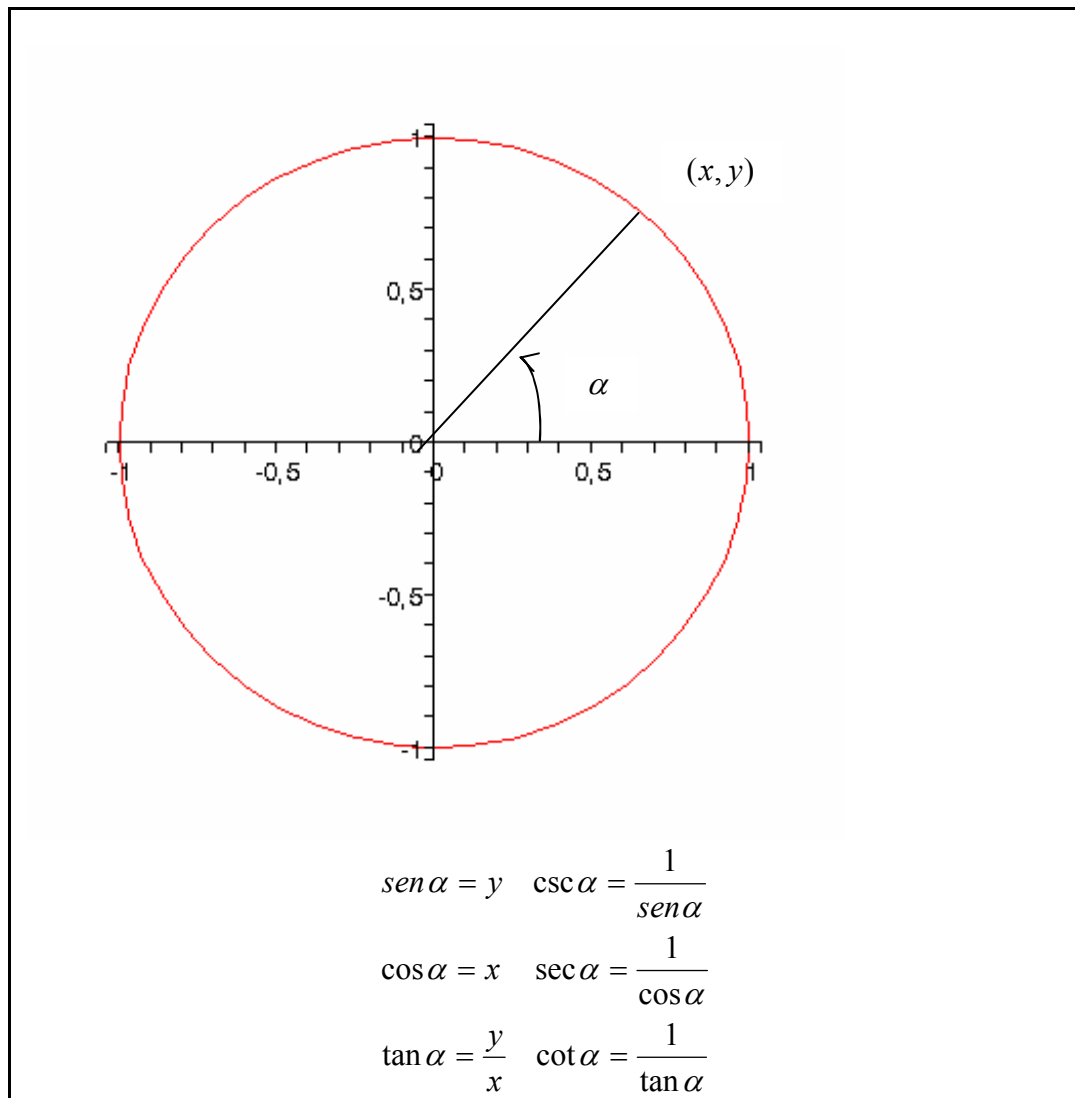


Figura 5: Construcción de las funciones trigonométricas

**Algunas fórmulas importantes**

- Se dice que un ángulo  $\alpha$  es complementario del ángulo  $\beta$  si  $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$  radianes. Es fácil deducir entonces que si  $\alpha$  y  $\beta$  son ángulos complementarios se cumple que

$$sen(\alpha) = cos(\beta)$$

$$cos(\alpha) = sen(\beta)$$

$$tan(\alpha) = cot(\beta)$$

- Teorema de Pitágoras

$$sen^2 x + cos^2 x = 1$$

Se deduce por tanto que

$$sen x = \pm \sqrt{1 - cos^2 x}, \quad cos x = \pm \sqrt{1 - sen^2 x}$$

El signo quedará completamente determinado una vez que se conozca el cuadrante en el que se sitúa el ángulo  $x$ .

- Identidades para la suma y la resta

$$\operatorname{sen}(x \pm y) = \operatorname{sen}x \cos y \pm \cos x \operatorname{sen}y$$

$$\cos(x \pm y) = \cos x \cos y \mp \operatorname{sen}x \operatorname{sen}y$$

$$\tan(x \pm y) = \frac{\tan x \pm \tan y}{1 \mp \tan x \tan y}$$

Es fácil deducir entonces las relaciones trigonométricas del ángulo doble y el ángulo mitad:

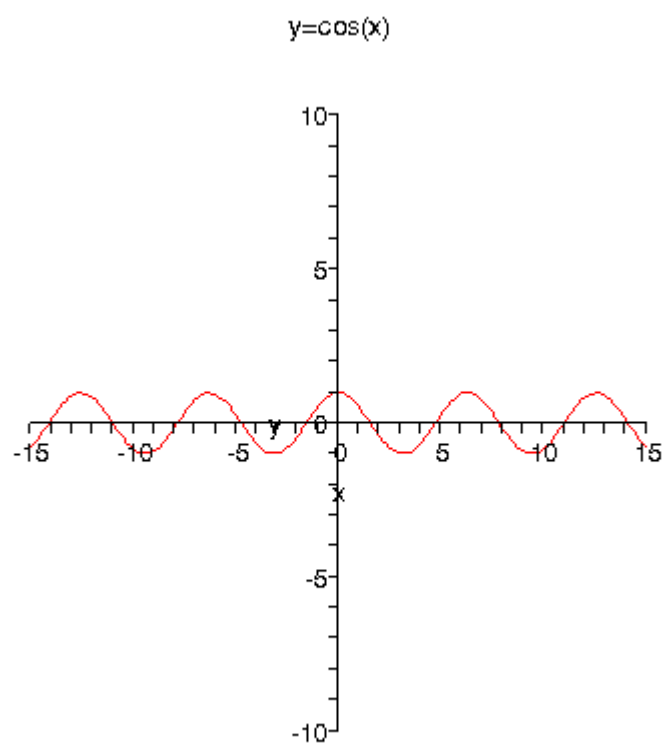
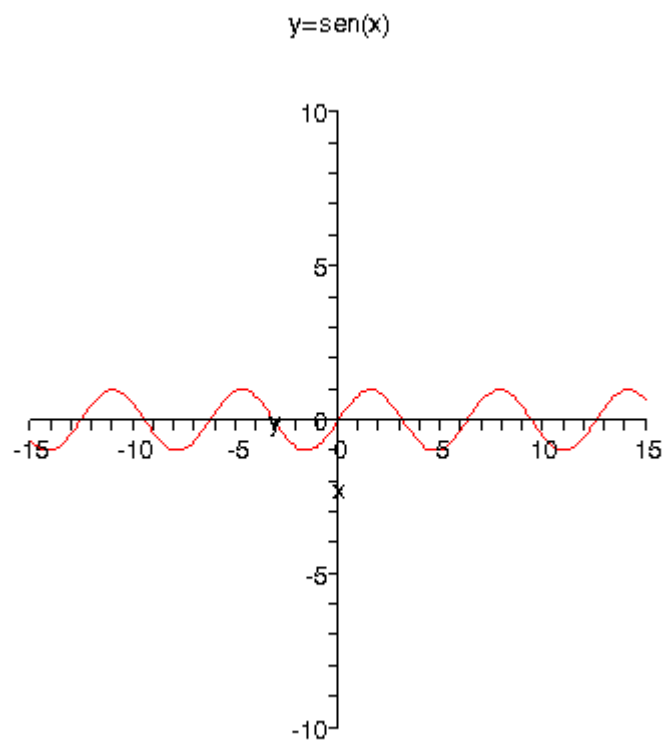
$$\begin{aligned} \operatorname{sen}(2x) &= 2 \cdot \operatorname{sen}x \cdot \cos x & \operatorname{sen}(x/2) &= \pm \sqrt{\frac{1 - \cos x}{2}} \\ \cos(2x) &= \cos^2 x - \operatorname{sen}^2 x & \cos(x/2) &= \pm \sqrt{\frac{1 + \cos x}{2}} \\ \tan(2x) &= \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x} & \tan(x/2) &= \pm \sqrt{\frac{1 - \cos x}{1 + \cos x}} \end{aligned}$$

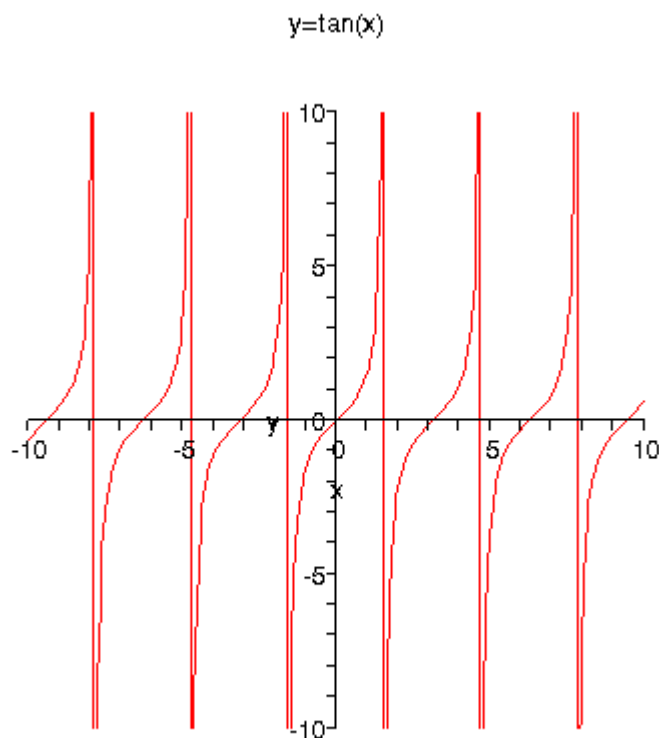
- Algunos valores importantes

$x$	$\operatorname{sen}x$	$\cos x$	$\tan x$
0	0	1	0
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
$\frac{\pi}{2}$	1	0	No definida
$\pi$	0	-1	0
$\frac{3\pi}{2}$	-1	0	No definida
$2\pi$	0	1	0

### Representación gráfica de las funciones trigonométricas

En todas las gráficas  $x$  está dado en radianes.





#### 4.4 BIBLIOGRAFÍA

SPIEGEL, M.R. (1998). **Manual de fórmulas y tablas matemáticas**, Madrid: McGraw-Hill.

WISNIEWSKI, P.M. y GUTIÉRREZ, A.L. (2003). **Introducción a las matemáticas universitarias**, México: McGraw-Hill.

SANTOS, L., (2000). *Funciones exponenciales* [documento en línea].  
<[http://w3.cnice.mec.es/Descartes/Bach\\_HCS\\_1/Funcion\\_exponencial/Func-exp.htm](http://w3.cnice.mec.es/Descartes/Bach_HCS_1/Funcion_exponencial/Func-exp.htm)> [visitado el 8 de julio de 2008]

Autor desconocido. *Función exponencial* [sitio web].  
<<http://www.tinet.org/~picl/mates/funexp/funexp.htm#comienzo>> [visitado el 8 de julio de 2008]

Autor desconocido. *La enciclopedia de los logaritmos* [sitio web].  
<<http://usuarios.lycos.es/mislogaritmos/>> [visitado el 8 de julio de 2008]

Autor desconocido. *Las matemáticas de Mario* [sitio web].  
<<http://www.telefonica.net/web2/lasmatematicasdemario/>> [visitado el 8 de Julio de 2008]

Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, (2006). [sitio web]  
<http://descartes.cnice.mec.es/> [visitado el 8 de Julio de 2008]

Se recomienda, además, la revisión de cualquier libro de texto de Matemáticas de ESO y Bachillerato.