

Taller de iniciación a la investigación en Ecología

Laura Sánchez Jardón. Héctor García Gómez. Luis Lassaletta.

Dpto. Ecología, Facultad Biología, Universidad Complutense de Madrid.

laurasj@bio.ucm.es hectorgarcia@bio.ucm.es lassalet@bio.ucm.es

Resumen: un investigador científico requiere del dominio de conceptos, herramientas y procedimientos básicos en investigación, como son la búsqueda de referencias bibliográficas, el diseño experimental, las técnicas estadísticas habituales y el proceso de publicación de los resultados científicos. Sin embargo, los investigadores en etapas iniciales pueden ver su labor dificultada e innecesariamente retardada al no dominarlas. Este Taller proporciona una introducción accesible a estas aptitudes científicas para aquellos que se inician en la carrera investigadora.

Palabras clave: carrera investigadora. Proyecto de investigación. Gestión de referencias bibliográficas. Análisis estadístico de datos. Publicación científica.

INTRODUCCIÓN

Durante las primeras etapas de la actividad investigadora, el científico ha de adquirir ciertos conocimientos prácticos, comunes a toda disciplina científica, que son imprescindibles para el desempeño de la labor investigadora.

Estos conocimientos normalmente se adquieren paulatinamente, con el esfuerzo diario del propio investigador y, con suerte, gracias al apoyo de algún compañero con más experiencia, que suele proporcionar algunas claves de manera informal. Para los que se inician en la carrera investigadora, la falta de apoyo en este sentido puede disminuir su eficiencia en la labor investigadora y provocar que la investigación se prolongue inútilmente, siendo ambas causas frecuentes del abandono de la carrera investigadora. Actualmente no abundan las opciones formativas que proporcionen estos conocimientos prácticos de forma específica, ni en los planes docentes de Grado ni de Posgrado.

A fin de proporcionar estos conocimientos prácticos a los que se inician en la carrera investigadora, un grupo de jóvenes investigadores formados en el Departamento de Ecología de la Universidad Complutense de Madrid, organizamos anualmente el Taller de Iniciación a la Investigación en Ecología. Debido a nuestra formación académica, los contenidos se basaron en la especialidad de Ecología; sin embargo, la mayoría de lo expuesto puede ser aplicado a cualquier disciplina científica.

Los objetivos del Taller son proporcionar a los alumnos de doctorado una iniciación a los conocimientos prácticos mencionados y promocionar la investigación científica en la universidad, y por extensión en la Comunidad de Madrid y todo el Estado.

Hasta la fecha, el Taller se ha realizado en el marco de la Semana de la Ciencia de Madrid y se estructura en 3 sesiones de 4 horas lectivas presenciales (en total 12 horas), incluyendo teoría y prácticas con ordenador. Los contenidos del Taller se sintetizan en el presente trabajo (Tabla 1). Para su impartición es necesaria un aula de ordenadores con los siguientes recursos informáticos: un programa de gestión bibliográfica como por ejemplo *EndNote*, Adobe Acrobat Reader y conexión a Internet a través de una institución (universidad o centro de investigación) con licencia para una base de datos como por ejemplo *Web of Knowledge*.

Sesión	Contenidos y duración (horas)	Duración (horas)
Día 1	LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LA PRÁCTICA	2 h
	El proyecto de investigación Carrera investigadora	
	BÚSQUEDA Y GESTIÓN DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1 h
	Referencias bibliográficas y literatura científica Acceso a bases de datos bibliográficas Programas de gestión de referencias bibliográficas	
	PRÁCTICA 1. Búsqueda de referencias bibliográficas	1 h
Día 2	PRÁCTICA 2. Gestión de referencias bibliográficas	1 h
	LA IMPORTANCIA DE APRENDER ESTADÍSTICA	3 h
	La fase primordial: el diseño experimental Principales métodos y herramientas estadísticas Paquetes y programas habitualmente utilizados en ecología Cursos de estadística recomendados	
Día 3	PRÁCTICA 3. Obtención de publicaciones a texto completo	1 h
	PUBLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	2 h
	Tipos de comunicaciones científicas El artículo científico en la comunicación del conocimiento Estructura del artículo Algunos consejos para escribir un artículo	
	PRÁCTICA 4. Evaluación de las publicaciones científicas	1 h

Tabla 1. Organización del Taller Iniciación a la Investigación en Ecología. Contenidos y duración de las tres sesiones de cuatro horas en que se imparte.

El Taller pretende ser interactivo, y fomenta la participación de los asistentes en cualquier momento, antes, después o durante la exposición de los contenidos. Además de que los contenidos podrían ser de gran utilidad para los investigadores noveles, este Taller tiene el valor de proporcionar un espacio de intercambio de experiencias entre ellos, ya que generalmente coinciden aquellos que ya se han iniciado en la carrera investigadora y los que aún no, pero lo están considerando.

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LA PRÁCTICA

El proyecto de investigación

Los proyectos de investigación son el sustento de gran parte de la investigación científica. La financiación para la realización de un proyecto se obtiene tras haber redactado y presentado la [memoria del proyecto](#). Los aspectos más importantes que debe especificar una memoria son: objetivos generales y específicos, marco teórico e hipótesis, metodología, material necesario, presupuesto y programación detallada de las actividades. Los proyectos de corta duración (dos a cuatro años) son habituales, pero también los hay de más de 10 años, en función de la convocatoria. En un proyecto de investigación participan uno o varios [equipos de investigación](#) coordinados por un [investigador principal](#) (IP) que suele ser el de mayor experiencia en la carrera investigadora. En definitiva, los proyectos de investigación necesitan personal (investigadores, docentes, técnicos u otros especialistas) y [recursos económicos](#) (financiación que puede provenir de fuentes públicas o privadas). El proyecto (redactado, revisado por todas las partes y aprobado por el IP y las entidades financiadoras) será la herramienta básica que guiará el uso y coordinación de estos recursos durante la investigación. Un tipo específico de proyecto de investigación son las [tesis](#), que por su naturaleza exhaustiva permiten profundizar en un [tema de investigación](#) concreto, además de constituir la primera etapa de formación académica de un investigador en fase inicial.

La elección del objeto de un trabajo de investigación, o tema de investigación, ya sea puntual, como un artículo, o a más largo plazo, como una tesis o un proyecto, no siempre recae de una forma sustancial sobre el investigador, sino que generalmente da continuidad a la [línea de investigación del equipo](#), al proyecto al que se adscribe su beca o contrato, o incluso puede ser impuesto por el IP al resto de investigadores con mayor o menor vehemencia. Sin embargo, el investigador puede proponer modificaciones en las líneas de investigación y, en cualquier caso, es su deber conocer en profundidad el tema de su investigación y las razones científicas que la sostienen.

Para adquirir este conocimiento profundo del tema de investigación es necesaria una [prospección bibliográfica](#) con dos objetivos: primero, para ver su situación teórica actual (también llamado el "estado del arte"), delimitar su ámbito y cerciorarse de que no ha sido o está siendo ya investigado; y segundo, para obtener un conocimiento básico de la realidad objeto de la investigación o del campo de trabajo de donde se han de obtener los datos necesarios para la investigación.

Finalizado este periodo, se debe culminar, si no ya en la redacción de un proyecto de investigación formalizado, sí de un [esquema](#) de la investigación. Este esquema debe abarcar puntos tales como: a) la redacción de un enunciado claro y preciso del tema con exposición de los motivos de su elección (justificación); b) determinar qué ámbito científico abarca el tema elegido y sus límites precisos; c) exponer los puntos principales del tema y especificar aquellos en los que se va a centrar la investigación; d) concretar el fin de la investigación y los objetivos que se pretenden alcanzar; e) precisar al máximo

posible las fuentes (o tipos de fuentes) bibliográficas que se van a consultar; y f) definir una estrategia de investigación (por ejemplo, el diseño de experimento), previendo los métodos y técnicas que será necesario emplear. Este esquema será muy útil para fijar las ideas y como guía, tanto durante el desarrollo de la investigación como para la redacción del artículo o tesis.

Carrera investigadora

La práctica profesional de la investigación científica constituye la carrera investigadora. La Federación de Jóvenes Investigadores (FJI) define la carrera investigadora como “el camino a seguir para llegar a ser un profesional de la investigación científica en una universidad, un organismo público de investigación (OPI) o en una empresa” (FJI 2007). Las principales fases de la carrera investigadora según la Comisión Europea son la [fase inicial](#), la [fase de perfeccionamiento](#) y la [fase de estabilización](#) (DOUE 2005). En la Tabla 2 se muestran las principales tareas y formas de financiación durante estas fases.

Fase	Tareas	Opción de financiación
Pre-grado	Buscar equipo de investigación Obtención del título de Grado	Becas de colaboración
Post-grado (Máster)	Realización del Trabajo Fin de Máster	Beca de matrícula de Máster
Fase inicial	Realización de la tesis doctoral (obtención del título de Doctor)	Beca o contrato predoctoral
Fase de perfeccionamiento	Dirección de proyectos de investigación	Contrato postdoctoral Contrato de investigación
Fase de estabilización	Dirección de proyectos de investigación	

Tabla 2. Principales tareas y formas de financiación disponibles durante las fases de la carrera investigadora.

La fase inicial o “predoctoral” es la fase previa a la realización de una [tesis doctoral](#) (y conduce a la obtención del título de Doctor) y se caracteriza principalmente porque el alumno aprende dirigido; es decir, empieza a investigar bajo la dirección (supervisión) del director o directores de tesis. Los estudios de post-grado culminan con la realización de la Tesis de Fin de Máster (TFM) que es, esencialmente, el primer paso de la carrera investigadora.

Una vez realizada la tesis doctoral, durante la fase de perfeccionamiento o fase “posdoctoral”, la obtención del título de Doctor supone haber adquirido la capacidad de [generar conocimiento](#) original y relevante de forma independiente, por lo que en esta fase el investigador ha de generar y dirigir sus propios proyectos y equipo de investigación.

Por último, en la fase de estabilización el investigador habría probado su capacidad

de generar conocimiento científico, a lo que se añade que ostenta un cargo en una universidad u OPI por la vía del funcionariado o por vía laboral (contratación basada en evaluaciones, el término anglosajón es *tenure-track*) o en una empresa. Esta fase está asociada a una situación de [estabilidad laboral](#).

La decisión de iniciar la carrera investigadora debe estar fundamentada en el conocimiento de las ventajas e inconvenientes de esta alternativa. En primer lugar, se requiere [vocación](#) científica, es decir, capacidad de observación, implicación y espíritu crítico. Hay que tener en cuenta que a la principal ventaja (básicamente, la satisfacción personal de generar conocimiento) se enfrenta la desventaja del escaso reconocimiento social y las crecientemente inciertas expectativas laborales; aunque esto varía mucho según el país en que se ejerza. Asimismo, no se puede ignorar que la carrera investigadora exige la [demostración](#) constante de los méritos conseguidos para pasar de una fase a otra (principalmente mediante la publicación de artículos), y que los criterios de selección son muy exigentes. Otros requisitos para la carrera investigadora son: gran capacidad de trabajo y mucha paciencia para superar los problemas e imprevistos, en gran medida inevitables, que se producirán diariamente. En la práctica, el dominio de diferentes [idiomas](#) (en especial el inglés) y la disposición a [exponer](#) trabajos al público (de forma oral y escrita) son aliados indispensables para un investigador en cualquiera de las fases de la carrera investigadora.

La política en materia de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación (I+D+i) afecta directamente las características de la carrera investigadora de cada país. En este sentido, actualmente la [carrera investigadora en España](#) está experimentando cambios considerables.

En España la carrera investigadora puede empezar antes de finalizar los estudios de Grado, mediante la [colaboración](#) en los centros/departamentos de la escuela/facultad. La financiación en esta etapa es variable, generalmente son pequeñas ayudas económicas en forma de becas de colaboración que ofrecen las universidades u OPIs (por ejemplo, el CSIC ofrecía el Programa JAE Intro). Si en el alumno de Grado existe la inquietud de iniciarse en la carrera investigadora, el primer paso es [encontrar un equipo de investigación](#) en el que integrarse. Es recomendable que esté desarrollando proyectos de investigación en el presente, así como que tenga algún miembro con capacidad y disposición para dirigir proyectos de investigación y tesis doctorales. Además, es positivo que el equipo cuente con los recursos (humanos y económicos) necesarios para llevar a cabo la investigación, o en su defecto los medios para obtenerlos.

El hilo conductor de la fase de iniciación a la investigación es principalmente la realización de la [tesis doctoral](#), que implica el desarrollo y redacción del proyecto (generalmente viene dado de antemano por el director de tesis o el IP del proyecto), la obtención y tratamiento de los datos necesarios, la promoción de los resultados (congresos internacionales y estancias de corta duración en otros centros), la escritura y la defensa de la misma. Existe la posibilidad de obtener la mención de Doctorado Europeo; los requisitos para obtenerlo son establecidos por cada Universidad.

En concreto, las principales opciones de financiación para la realización de una tesis doctoral ([becas y contratos predoctorales](#)) en el ámbito de la Universidad Complutense de Madrid, son:

- Convocatorias públicas a nivel europeo
 - ✓ Contratos a través de proyectos (Comisión Europea); de 3 a 36 meses de contrato a través de un proyecto para la realización de una tesis doctoral.
- Convocatorias públicas a nivel estatal
 - ✓ Subprograma FPU (Ministerio de Educación, o equivalente); 2 años de beca + 2 de contrato para la realización de una tesis doctoral.
 - ✓ Subprograma FPI (Ministerio de Ciencia e Innovación, o equivalente); 2 años de beca + 2 de contrato para la realización de una tesis doctoral dentro de un proyecto financiado en el marco del Plan Nacional de I+D+i del mismo ministerio.
 - ✓ Programa JAE Predoctoral (CSIC); 2 años de beca + 2 de contrato para la realización de una tesis doctoral en Centros o Institutos del CSIC.
- Convocatorias públicas a nivel autonómico, por ejemplo:
 - ✓ Programa de contratos predoctorales de la Comunidad Autónoma; en la Comunidad de Madrid este programa fue cancelado en 2008, desde entonces ya no existen opciones de financiación para esta fase.
- Convocatorias públicas a nivel universidades, por ejemplo:
 - ✓ Universidad Complutense de Madrid (UCM); 4 años de financiación para la realización de una tesis doctoral.
 - ✓ Campus de Excelencia Moncloa (UCM – UPM – CIEMAT – INIA); 4 años de financiación para la realización de una tesis doctoral.
- Convocatorias del sector privado: fundaciones, empresas, etc.

Una convocatoria no dirigida expresamente a la obtención del doctorado, y por tanto menos específica de una determinada fase, es la Torres Quevedo (Ministerio de Ciencia e Innovación, o equivalente), que además tiene intención de potenciar la transferencia del conocimiento científico fuera del ámbito de las universidades u OPIs, mediante convenios u otros vínculos de éstas con empresas privadas.

Una vez obtenido el doctorado, una opción frecuente es buscar en el extranjero un equipo que ofrezca un contrato de investigación para Doctores. En España, las opciones de [financiación para Doctores](#) disponibles son:

- Programa Marie Curie (Comisión Europea); varias modalidades.
- Becas posdoctorales (Ministerio de Ciencia e Innovación, o equivalente); 2 años de contrato en centros de investigación extranjeros o españoles. Esta convocatoria excluye a Doctores que hayan ejercido un contrato postdoctoral, ya que descuenta el tiempo disfrutado con una financiación anterior de la misma naturaleza.
- Programa de investigación posdoctoral Fulbright (Ministerio de Educación, o equivalente); 1 o 2 años en Estados Unidos.
- Programa Juan de la Cierva (Ministerio de Ciencia e Innovación, o equivalente); 3

años de contrato en centros de investigación o empresas españolas.

- Programa Ramón y Cajal (Ministerio de Ciencia e Innovación, o equivalente); 5 años de contrato en centros de investigación con compromiso de incorporación al mismo al término del contrato. Esta convocatoria estaría dirigida a recuperar los Doctores españoles que han pasado varios años ejerciendo la carrera investigadora en el extranjero.

Las opciones de financiación de la fase de estabilización en España son contratos laborales de incorporación a equipos de investigación; docencia en Universidad; oposiciones en universidades u OPIs.

En cualquiera de las fases, se recomienda conocer los recursos legales relacionados con la carrera investigadora en España. Estos se muestran, en orden jerárquico, en la Tabla 3:

Recurso legal	Comentarios
Carta Europea del investigador y Código de conducta para la contratación de investigadores (Recomendación de la Comisión Europea de 11 de marzo de 2005) (DOUE, 2005)	La legislación de la Comisión europea no es vinculante, pero presenta la normativa básica y recomendaciones interesantes para todas las fases de la carrera investigadora
Ley Orgánica de Universidades (LOU 6/2001 y 4/2007)	
Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (14/2011)	
Estatuto del Personal Investigador en Formación, "EPIF" (RD 63/2006)	El EPIF regula los derechos y deberes entre el doctorando y el centro de trabajo. Fija la duración de la ayuda: 2 años de beca (prestación sanitaria pública y cotización a la Seguridad Social) y 2 de contrato en prácticas. Es obligatorio para todas las entidades convocantes de ayudas conducentes a la realización de una tesis doctoral. Nótese que cualquiera de las opciones de financiación predoctoral mencionadas arriba está regulada por el EPIF (excepto el Programa JAE Técnicos del CSIC), dado que están dirigidas a la realización de una tesis doctoral
Legislación autonómica, de la Universidad u OPI	Es importante conocer las bases de la convocatoria de beca, o el convenio y estatuto de los trabajadores al que se adscribe el contrato, cuando proceda (si bien en ocasiones los contratos de investigación están expresamente excluidos de estos convenios)

Tabla 3. Principales recursos legales relacionados con la carrera investigadora en España.

Estar en [contacto con la comunidad científica](#) es importante durante todas las fases de la carrera investigadora. La comunicación con nuestros compañeros de laboratorio o departamento es fundamental. Además, en el Taller recomendamos, para facilitar el contacto con otras personas que no vemos diariamente, entre otros motivos más o menos subjetivos y siempre dependiendo de las preferencias personales además de las

profesionales, contemplar la posibilidad de formar parte de alguna de las siguientes asociaciones y redes de personal de investigación e investigadores:

- Asociaciones científicas españolas relacionadas con la Ecología, como la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET), Asociación Ibérica de Limnología (AIL) o la Sociedad Española del Estudio de Pastos (SEEP), que tienen listas de correo para facilitar la comunicación entre los socios y promocionan la participación de jóvenes investigadores con la oferta de ayudas económicas para la asistencia a cursos y congresos, o para el inicio de pequeños proyectos de investigación.
- RedIRIS. Es la red académica y de investigación española y proporciona servicios avanzados de comunicaciones a la comunidad científica y universitaria nacional. Está financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Portal Universia. Ofrece un boletín electrónico con las becas más destacadas a nivel nacional.
- Federación de jóvenes investigadores (FJI) y EURODOC a nivel europeo, o la Asociación Nacional de Investigadores Ramón y Cajal (ANIRCJ).

BÚSQUEDA Y GESTIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

Referencias bibliográficas y literatura científica

Los artículos científicos son la principal forma de comunicación del conocimiento científico. El producto de la investigación se comunica a la comunidad científica a través de la publicación de la [tesis](#) (de grado, máster o doctoral) y de [artículos](#) en revistas científicas especializadas. También los resultados se presentan a otros colegas científicos, es decir a un público especializado, mediante las [comunicaciones a congresos](#), eventos que periódicamente organizan las instituciones científicas en torno a un área tema de investigación. Por otro lado, ya que la ciencia influye en el modo en que las sociedades perciben y manejan el mundo, es importante que los científicos se esfuercen en explicar a sus conciudadanos la utilidad de su investigación mediante la participación en medios de comunicación no académicos, dirigido a un público no especializado ([divulgación científica](#)). Finalmente, en algunos casos, los resultados de la investigación pueden tener interés directo para el mercado, por lo que se pueden transferir los conocimientos al sector productivo mediante [patentes](#) u otros productos con registro de propiedad intelectual.

El conocimiento en profundidad de la literatura que diariamente se publica en nuestra área de investigación es fundamental para cualquier investigador. La lectura cuidadosa y organizada de esta información mantiene al investigador actualizado, lo cual es importante para el ejercicio de su labor investigadora porque lo conecta con el resto de la comunidad científica, minimiza el riesgo de iniciar investigaciones poco novedosas, proporciona herramientas para la generación de nuevas ideas, agudiza la creatividad, posibilita la comprensión de nuestros propios resultados, nos ayuda a discutirlos y finalmente nos prepara para las posibles preguntas que recibiremos sobre nuestra

investigación por parte de otros investigadores en revistas, tribunales y congresos. En definitiva, la [lectura cotidiana](#) de bibliografía científica marca una diferencia.

La obtención y organización de esta información no es tarea fácil y requiere del conocimiento de algunas herramientas. Recomendamos al joven investigador que emplee un tiempo en conocer estas herramientas y familiarizarse con ellas. El orden lógico para profundizar en un tema de investigación es hacer una [búsqueda inicial](#) exhaustiva. Esta nos proporcionará un amplio conjunto de referencias que se pueden gestionar mediante determinados programas (ver más abajo). Posteriormente, una manera práctica de estar actualizado y evitar que se nos pase la publicación de artículos nuevos de interés en nuestro tema, es darse de alta en los [servicios de alerta](#) de las revistas que más leemos o de los artículos de mayor interés. De este modo recibiremos en nuestro correo electrónico un mensaje informándonos del contenido de cada nuevo número de la revista, o cada vez que ese artículo se cite.

Acceso a bases de datos bibliográficas

Las bases de datos de literatura científica incluyen revistas o grupos editoriales. Difieren entre sí principalmente en la forma de búsqueda y en la presentación de los resultados de la misma. Las más conocidas son: *Web of Knowledge* (WoK), *Scopus* y *Google Scholar* (Google Académico en Español). Las dos primeras son bases de datos en las que están almacenados los [datos básicos](#) (autores, título, nombre y número de la revista, fecha, etc.) y los [resúmenes](#) de los artículos publicados en las principales revistas científicas. Para su uso es necesaria la [suscripción](#) o licencia por parte de la institución científica, mediante el abono de las cuotas correspondientes. Si la conexión a Internet del centro de trabajo no está verificada como suscrita a ese buscador (es decir, estamos fuera del centro de trabajo), es necesario crear una cuenta de acceso remoto para utilizar el buscador. Por su parte, *Google Scholar* es una herramienta gratuita de Google™, que emplea su potente motor de búsqueda para buscar el texto seleccionado tanto en los datos básicos del artículo como en el cuerpo de texto del mismo. Aunque esta es una ventaja notable, la forma de búsqueda, presentación y exportación de los resultados no es tan versátil como en las anteriores.

En la [práctica 1](#) se plantea un tema de investigación y se explican algunas de las múltiples herramientas de búsqueda disponibles en WoK.

Programas de gestión de referencias bibliográficas

Algunos programas permiten gestionar nuestras referencias de forma fácil y rápida mediante la elaboración de [bibliotecas de referencias bibliográficas](#) que podemos almacenar en el disco duro de nuestro ordenador. Algunos de estos programas son: *EndNote*, *RefWorks*, *Procite*, *Bibus*, *CiteULike*, *Zotero*. Generalmente esos programas requieren una licencia y el abono de la correspondiente cuota, lo cual depende de la institución.

Las bibliotecas se crean bien introduciendo manualmente la información de cada

una de las referencias, o bien exportando las referencias directamente desde la base de datos o desde la página de la revista. Esta última es más recomendable porque es más rápida, y es posible porque ambos (base de datos y revista) tienen aplicaciones que para realizar la [exportación directa](#) de una o un gran número de referencias a nuestra biblioteca. Por ejemplo, WoK genera archivos en formatos compatibles con *Endnote* y *Procite*. Además permiten seleccionar en cada exportación la información que más nos interesa; parte de la información es imprescindible para identificar la referencia (los datos básicos: autores, título, nombre de la revista, año, volumen, número de página inicial y final y DOI) y otra es adicional (como el resumen o el lugar geográfico donde se realizó el trabajo, o residen los investigadores).

Otra de las ventajas de los programas de gestión de referencias bibliográficas es que se pueden [integrar en procesadores de texto](#) habituales, como *Microsoft® Office Word*. Es decir, permiten insertar en el manuscrito las referencias desde nuestra biblioteca al mismo tiempo que escribimos, en el lugar seleccionado, y automáticamente genera una [lista de referencias](#), cuyo [estilo](#) puede además cambiarse fácilmente. Esto último es especialmente práctico porque el estilo de las referencias es diferente entre distintas revistas, y estos programas permiten seleccionar e incluso personalizar los estilos muy fácilmente. El estilo seleccionado en nuestra biblioteca se modifica automáticamente en el archivo de texto. El uso de estas funciones facilita notablemente la preparación de la lista de referencias del manuscrito final y evita la pérdida de tiempo en una tarea mecánica y tediosa.

Además de permitirnos guardar nuestra biblioteca en el ordenador, algunas bases de datos o grupos editoriales ofrecen [versiones online](#) de algunos de estos programas, que permiten generar bases de datos virtuales asociadas a una cuenta de usuario y utilizarlas desde cualquier ordenador. Por ejemplo: *My EndNote Web Library*, que incluso puede funcionar en forma sincronizada con nuestra biblioteca (novedad en *EndNote X4* en 2012).

En la [práctica 2](#) explicamos cómo funciona *EndNote* (para el que la UCM tiene licencia). Si no se dispone de licencia, se puede usar *My EndNote Web Library* disponible en WoK, o bien descargar la versión de prueba desde la página web del programa.

Obtención de los artículos a texto completo

El acceso al texto completo de un determinado artículo depende de que la institución tenga [suscripción a la revista](#) donde se haya publicado ese artículo. Por ello, el primer paso es conocer el sistema de búsqueda de revistas de nuestro centro para saber a qué revistas está suscrito cada centro. Si la institución está suscrita a la revista de interés, la obtención del texto completo de los artículos es prácticamente automática. Solo tendremos que entrar en la página web de la revista, buscar el número y descargar el archivo (generalmente en formato pdf). Muchas veces se puede también acceder de forma automática desde el propio buscador, por ejemplo desde WoK. Por el contrario, si no es así y el artículo que necesitamos está en alguna revista de la que nuestro centro no tiene suscripción, tenemos varias opciones. La primera es solicitar el artículo a través del

servicio de solicitud de artículos (préstamo interbibliotecario) de que suele tener nuestro centro. Otra opción es buscarlo directamente en Internet, ya que en algunos casos el artículo en cuestión está disponible fuera de las editoriales (si bien esto a veces vulnera las condiciones legales de las mismas). Otra opción, que por lo general funciona bien, es pedirlo directamente al autor mediante un correo electrónico. Por otro lado, las publicaciones bajo el sistema de *Open Access* se caracterizan porque no se necesita licencia para acceder a ellos, pero los autores en ocasiones tienen que abonar los costes de publicación. En la [práctica 3](#) explicamos las diferentes formas de conseguir los artículos a texto completo.

LA IMPORTANCIA DE APRENDER ESTADÍSTICA

La fase primordial: el diseño experimental

El diseño adecuado de nuestros experimentos es una fase clave en el desarrollo de cualquier trabajo científico. Desafortunadamente, muchas veces no se le dedica el tiempo que realmente requiere y las consecuencias pueden ser desastrosas. Un mal diseño puede suponer una enorme pérdida de tiempo, la invalidación de nuestros resultados o la incapacidad de sacarles todo el rendimiento que deseamos. En ocasiones, en las primeras etapas de másteres y cursos de doctorado existen asignaturas centradas en el diseño experimental. Desde este Taller recomendamos encarecidamente la realización de estas asignaturas, así como la dedicación al diseño de todo el tiempo necesario.

El **diseño experimental** está muy ligado al análisis estadístico de datos. Es frecuente encontrar en la literatura libros de texto que, a propósito del diseño experimental, profundizan más en la estadística de análisis de datos que en el propio diseño experimental. Por ejemplo: COCHRAN, 1980, COX, 1992, MANLY, 1992, RESETARITS y BERNARDO, 1998, SCHEINER y GUREVITCH, 1993, UNDERWOOD, 1997. Algunas excepciones presentan exclusivamente los aspectos de diseño, sin profundizar en la estadística (FEINSINGER, 2003; RUXTON y COLEGRAVE 2003).

Es importante que en la realización del diseño tengamos en cuenta, en la medida de lo posible, los análisis estadísticos que consideramos más apropiados para nuestros datos, a fin de responder a las [preguntas](#) planteadas en la investigación. Estudiando previamente esos análisis, conoceremos sus requisitos y nos evitaremos la desagradable sorpresa de descubrir a posteriori que no podemos realizar el análisis deseado.

Principales métodos y herramientas estadísticas

Una vez diseñado y llevado a cabo el experimento, debemos organizar cuidadosamente nuestra [matriz de datos](#), comprobando que no hay errores (tipográficos o de cualquier naturaleza) y estructurándola de la manera requerida para realizar el análisis seleccionado. Antes de empezar a analizar debemos tener en cuenta el tipo de estudio que hemos realizado, los [tipos de variables](#) medidas, el número de [factores](#), el número de [variables respuesta](#), al número de datos resultante y nuestras [hipótesis](#).

Número de variables dependientes	Número de variables independientes	Tipo de variable dependiente	Tipo de variable independiente	Medida	Prueba(s)
1	0 (1 población)	Normal	NA	Medias	Prueba t de Student de una muestra
		No-normal		Medianas	Comparación de medianas
		Categórica		Proporciones	Bondad del ajuste del test Chi cuadrado; Test binomial
	1 (2 poblaciones independientes)	Normal	2 categorías	Medias	Prueba t de Student de dos muestras independientes
		No-normal		Medianas	Prueba U de Mann-Whitney
		Categórica		Proporciones	Prueba Chi cuadrado; Test exacto de Fisher
	0 (1 población medida dos veces)	Normal	NA	Medias	Prueba t de Student para datos pareados
		No-normal	Categórica	Medianas	Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
	1 (2 poblaciones dependientes)	Categórica		Proporciones	Prueba de McNemar
	1 (3 ó más poblaciones)	Normal	Categórica	Medias	Análisis de varianza (ANOVA) de una vía
		No-normal		Medianas	Prueba de Kruskal-Wallis
		Categórica		Proporciones	Prueba Chi-cuadrado
	2 ó más	Normal	Categórica	Medias	ANOVA factorial
		No-normal		Medianas	Prueba de Friedman
		Categórica		Proporciones	Regresión logística
0 (1 población medida tres o más veces)	Normal	NA	Medias	ANOVA medidas repetidas	
1	Normal	Continua	Regresión lineal simple (correlación)		
	No-normal		Correlación no paramétrica		
	Categórica	Categórica o continua	Regresión logística		
		Continua	Análisis discriminante		
2 ó más	Normal	Continua	Regresión lineal múltiple		
	No-normal				
	Categórica		Regresión logística		
	Normal/no-normal	Categóricas y continuas	Análisis de covarianza (ANCOVA); Modelos lineales generales		
	Categórica		Regresión logística		
2	2 ó más	Normal	Categórica	MANOVA	
2 ó más	2 ó más	Normal	Continua	Regresión lineal múltiple multivariada	
2 conjuntos de dos o más	0	Normal	NA	Correlación canónica	
2 ó más	0	Normal	NA	Análisis factorial	

Figura 1. Elección del correcto test estadístico. Modificado de GONZÁLEZ-ÁLVARO, 2010.

Es altamente recomendable, antes de empezar a realizar análisis más complicados, que realicemos un **análisis descriptivo** de nuestra matriz para conocer en la medida de lo posible todo lo referente a las características de nuestra población de datos. Este análisis descriptivo consistirá en calcular las medidas de centro (por ejemplo, la media aritmética o mediana) y de dispersión (por ejemplo la desviación estándar o error estándar, cuartiles, valores extremos y outliers) y el tipo de distribución (por ejemplo, si una variable continua cumple los supuestos de una distribución normal).

Cuando tengamos la matriz preparada y explorada hemos de seleccionar, si no lo hemos hecho antes, el **análisis adecuado** a nuestros objetivos. En la figura 1 podemos observar una serie de análisis estadísticos habitualmente empleados en la ciencia y organizados en función de las características de nuestras variables. Algunos análisis

multivariantes muy habituales en los estudios ecológicos, como son el análisis de las correspondencias (CA), análisis de componentes principales (PCA), o el escalado multidimensional (MDS), Partial Least Squares (PLS), árboles de regresión y clasificación, boosted trees, análisis de redundancia (RA), PERMANOVA, ANOSIM, modelos mixtos, modelos de ecuaciones estructurales (SEM), cluster o análisis de especies indicadoras (INDVAL) no han sido incluidos en la figura 1. Existen también otras familias de análisis estadísticos que cada vez cobran más importancia en la ecología, como son la estadística bayesiana, la estadística espacial, el meta-análisis, los análisis de tendencias y las series temporales.

Paquetes y programas habitualmente utilizados en ecología

Es muy habitual que utilicemos los paquetes estadísticos cuya [licencia](#) tiene nuestro grupo de investigación. Existen un gran número de programas que recogen una gran variedad de análisis, incluyendo la mayoría de los que podemos necesitar en nuestra investigación. Sin embargo, cuando vamos profundizando, descubrimos que hay análisis que necesitamos que no han sido incluidos en nuestro programa o que la versión de ese análisis no es tan extensa y detallada como necesitamos. En particular, en ecología se emplea un gran número de análisis que requieren que, en ocasiones, acudamos a programas específicos.

Generales: STATISTICA, SPSS, SAS, Statgraphics, MatLab, etc. Algunos son gratuitos: PAST (habitual para paleontólogos pero recomendado para ecólogos) y R (realmente es un entorno de programación. Es un software libre y aunque el comienzo puede resultar más duro que con un programa convencional, es altamente recomendable ya que es gratuito, incluye todos los últimos avances y reúne a toda una comunidad internacional que continuamente aporta nuevas soluciones).

Específicos: PcOrd (estadística multivariante habitual en la ecología), PRIMER (estadística multivariante habitual en la ecología), CANOCO (estadística multivariante habitual en la ecología con un especial desarrollo del análisis de correlaciones canónicas; CCA), Programita (geoestadística), Mix (Meta-análisis), PERMANOVA (Análisis de la varianza no paramétrico), Stella (modelos), AMOS (paquete de SPSS para la realización de modelos de ecuaciones estructurales), GraphPad Prism (Ajuste de ecuaciones), etc.

Cursos de estadística recomendados

- [Cursos de Luis María Carrascal](#). Sin duda los cursos más recomendables cuando ya existe una base consistente de conocimiento estadístico. Habitualmente dos al año en el Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- [Curso de Michael Greenacre](#). Sobre estadística multivariante, se imparte en la Fundación BBVA con una periodicidad anual.
- [Cursos de la UCM sobre el manejo de programas](#). Habitualmente SPSS, SAS y Statgraphics.
- [Curso de Sven E. Jørgensen sobre modelización](#). Curso impartido por el que ha sido durante décadas el editor en jefe de la revista Ecological Modelling.

Organizado anualmente por la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET) y la Asociación Ibérica de Limnología (AIL).

- [Cursos de la AIL y la AEET](#). Ambas asociaciones organizan esporádicamente cursos de estadística generalmente dirigidos a jóvenes investigadores. Estos cursos suelen ser muy específicos: "modelización", estadística multivariante o análisis espacial.
- [Métodos avanzados de estadística aplicada](#). Curso organizado anualmente por la UNED.
- [Curso de metodología de investigación cuantitativa](#). Curso organizado anualmente por la UPM.

COMUNICACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Tipos de comunicaciones científicas

La comunicación del conocimiento científico (ya sean resultados, metodología, revisiones bibliográficas, etc.) suele darse de una forma progresiva en las primeras fases de la carrera investigadora. Así, los primeros pasos comunicativos que suelen dar los investigadores son redacciones de [informes internos](#) para sus directores y compañeros de investigación, la participación en la redacción o revisión de los proyectos en los que trabajan o la participación en [informes de proyectos](#) para las entidades financiadoras de los mismos. Cuando el investigador adquiere más experiencia y comienza a obtener resultados de su investigación da un paso más y comienza a participar en la preparación y exposición de [comunicaciones a congresos](#), generalmente comenzando por aportaciones en formato póster y después en exposiciones orales. Más adelante, cuando sus conocimientos se consolidan, los resultados de los trabajos son definitivos y se ha adquirido destreza en la lectura y manejo de publicaciones científicas, se da el paso a la redacción de [artículos científicos](#), que son la principal herramienta de comunicación científica en la actualidad.

El artículo científico en la comunicación del conocimiento

Los descubrimientos o teorías en [Ciencia](#) no pueden considerarse definitivos hasta que abandonan el laboratorio donde han sido concebidos y están a disposición del resto de la [comunidad científica](#). Es evidente, por tanto, que la ciencia es una actividad social en la que los procesos de comunicación desempeñan un papel fundamental. En la figura 2 A podemos observar un esquema sobre cómo se construye el conocimiento científico.

Las primeras revistas académicas permitieron a los científicos difundir sus trabajos a la vez que hicieron posible por primera vez la existencia de un sistema público y fiable para reclamar la prioridad de sus descubrimientos. El artículo científico se convirtió en el medio de comunicación académica por excelencia y en la actualidad constituye la pieza básica en el engranaje que mantiene la investigación en marcha (Fig. 2 B).



Figura 2 A B. Sociabilización del conocimiento científico.



Figura 2 B. El papel del artículo científico en la construcción del conocimiento científico.

Los artículos científicos son revisados inicialmente por el **equipo editorial** de la revista, y posteriormente por **investigadores especializados** en el tema de investigación en el que se enmarca el artículo. Este proceso de revisión por profesionales científicos, que se realiza por lo general de forma anónima para el autor, se conoce como sistema *peer review* o de revisión por iguales. Este proceso hace de los artículos una vía de comunicación muy valorada (algunas de sus características se resumen en la figura 3). Es preciso tener en cuenta que no todas las revistas tienen el mismo prestigio, así como que este depende, además del número de lectores o las citas recibidas (**índice de impacto**), de la rigurosidad del equipo editorial y los revisores que evalúan los trabajos recibidos (TORRES-SALINAS, 2011).

Quizá la forma más elemental de reconocimiento al trabajo de los científicos es la publicación en revistas académicas de alto prestigio. Otra forma elemental del reconocimiento consiste en ser citado por otros autores. El estudio y análisis de las citas ha dado lugar a un área de investigación y a una disciplina, la *cienciometría* (*Scientometrics*).

VÍAS HABITUALES DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

ACTUALMENTE EL ARTÍCULO ES EL ELEMENTO PRINCIPAL
DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

Inmediatez Valoración (impacto, citas, etc.) Prioridad

Es la vía más valorada debido al proceso de evaluación de las revistas

Revisión por iguales (*Peer Review*)

Revisión de cada trabajo por expertos en el tema
1-5 (2) revisores (*reviewers*) seleccionados por el editor
Desinteresada y anónima (*single- or double-blinded reviewing*)
Sin *peer review* no hay garantía científica
El proceso no está diseñado para detectar fraude sino para evaluar la calidad científica
En ocasiones se pide a los autores proponer revisores

Figura 3. Algunas de las características de la revisión por iguales.

En nuestros días, según el profesor de la Universidad Autónoma de Madrid, J. M. Campanario, “la publicación de artículos en las revistas especializadas es muchas veces, más que un medio para dar a conocer unos resultados, casi un fin en sí mismo. Este fenómeno se entiende en el marco de la institucionalización de la ciencia como una profesión más, con sus propias normas internas y sus mecanismos de evaluación y promoción, basados en gran medida en el número de artículos publicados, calidad de las revistas en las que se publica y citas recibidas” (CAMPANARIO, 2002).

A pesar de que el deseo de reconocimiento es una motivación personal legítima, hay que tener en cuenta que cuando las motivaciones personales para publicar (obtener promoción o prestigio, demostrar capacidad intelectual, obtener recompensa económica) se sobreponen o contraponen a las motivaciones sociales (producción y avance del conocimiento, comunicación a la sociedad o a la comunidad científica) se abre un camino para el inicio de conflictos éticos, de intereses o de poder (FIGUEIREDO, 2010).

En la [práctica 4](#) del Taller explicamos cómo se valora el prestigio de una revista, según los índices de impacto del *Journal Citation Reports (JCR)*, y cómo analizar el impacto de autores y de artículos concretos, mediante las herramientas de análisis de citas de WoK.

Estructura del artículo

En la [introducción](#) se presenta el marco general que da sentido a la investigación (debería ser suficiente para que el revisor evaluase si el trabajo está bien planteado). Una buena introducción debe llevarnos a plantearnos la pregunta que se pretende responder en el artículo que son los objetivos y deben estar cristalinamente planteados. A continuación, se ha de definir el marco teórico en el que se desarrolla la investigación; lo que, junto a la [metodología](#) empleada, delimitará las fronteras dentro de las que se

mueve nuestro trabajo. La sección de Material y Métodos que sigue a la introducción ha de describir de forma precisa cómo se ha realizado este trabajo sin dejar espacio a la opacidad. Unos materiales y métodos confusos son causa habitual de un gran número de preguntas por parte de los revisores y en muchas ocasiones del rechazo del artículo.

Resultados y discusión están íntimamente ligados. La una se alimenta de los otros, y ambos conjuntamente han de responder a las preguntas planteadas en la introducción (deben ceñirse a los objetivos planteados) dentro de los límites establecidos para la investigación. La elaboración de los resultados ha de ser muy concisa: no ha de preocuparnos el dejar resultados parciales en el tintero, sino comunicar con claridad los resultados principales. En la elaboración de la discusión no se trata solo de expresar los resultados, sino también de compararlos con lo que ya se ha hecho para saber cómo encaja la investigación dentro del conocimiento actual (y qué aporta de novedoso). En ocasiones ambas partes (resultados y discusión) aparecen juntas en el artículo.

Las **conclusiones** han de poder derivarse inmediatamente de los resultados y la discusión. Son un resumen de las respuestas a las preguntas planteadas inicialmente y de las implicaciones (no solo científicas) que el autor considera que suponen su investigación. Es el mensaje que se ha de retener tras la lectura del artículo.

Algunos consejos para escribir un artículo

El primer paso para escribir un artículo es romper la barrera del “folio en blanco”, por lo que el proceso debe comenzar siempre con la escritura de un **borrador**. Lo primero es reunir toda la información recabada y generada, y disponerla de una forma ordenada, asegurándonos de tener todo el material necesario e intentando desechar lo más accesorio. En segundo lugar, debemos comenzar a escribir de forma rápida y relajada sin tender a un lenguaje preciso en términos científicos o técnicos. Para orientar esta primera escritura, la memoria del proyecto de investigación puede ser una importante guía.

En cuanto a la escritura del artículo, puede realizarse por partes, tratando cada parte del artículo como un ensayo. Hay que darse tiempo para consultar las notas de campo o laboratorio y para asegurarse de que lo que se está redactando tiene como motivación dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas inicialmente, es decir, alcanzar los **objetivos de conocimiento** fijados en el proyecto de investigación. Durante la redacción del artículo, este se revisará varias veces. Antes de revisar lo escrito es conveniente dejarlo “reposar” uno o más días para poder releerlo con una perspectiva más abierta. Aparte de revisar la correcta redacción, es necesario revisar la claridad en la exposición de ideas (continuidad en el argumento, cada párrafo expone una idea, etc.) y la brevedad en la misma (frases de no más de 20 palabras y párrafos de unas 150 se suelen considerar óptimos).

Si un científico se dispone a publicar un trabajo de investigación, significa que ya ha llegado a un punto de su carrera en que es un lector de literatura científica. **Leer mucho** es de un valor incalculable para aprender de los aciertos y errores de los demás

científicos, tanto a nivel de experimentación, muestreos o elección de técnicas estadísticas, como a nivel de redacción, exposición de resultados o utilización de bibliografía. Esta experiencia hace además que el tiempo de elección de la revista a la que enviar el artículo se reduzca considerablemente; y cuanto antes se decide la revista objetivo, antes se puede preparar la exposición del trabajo y anticipar la forma del manuscrito final, tanto en su estructura, como en el carácter general del mismo (por ejemplo, más o menos técnico, más o menos especulativo, más centrado en un objetivo clave concreto de los que se han abordado).

BIBLIOGRAFÍA

- Campanario, J. M. 2002. 'Cómo escribir y publicar un artículo científico. Cómo estudiar y aumentar su impacto'. Disponible en:
<http://www2.uah.es/jmc/webpub/INDEX.html> (23 noviembre 2012)
- Cochran, W. G. 1980. *Técnicas de muestreo*. CECSA, México. 513 pp.
- Cox, D.R. 1992. *Planning of Experiments*. John Wiley & Sons, New York. 308 pp.
- DOUE. 2005. Recomendación de la Comisión Europea (2005/251/CE) de 11/03/2005 (DOUE L75 de 22/03/2005) relativa a la Carta Europea del Investigador y Código de Conducta para la contratación de investigadores.
- Feinsinger, P. 2003. *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Ed. FAN, Santa Cruz de la Sierra (Bolivia). 242 pp.
- Figueiredo, R.C. 2010. 'Ética en la publicación científica'. Disponible en:
www.bvs.hn/Curso/presentaciones/castro_etica_HN.pdf (23 noviembre 2012)
- FJI. 2007. Informe 'Carrera Investigadora en España: deficiencias y propuestas'. Disponible en: <http://www.precarios.org/InformeCI> (23 noviembre 2012)
- González-Álvaro, V. 2010. 'Choosing the Correct Statistical Test'. Disponible en:
<http://bama.ua.edu/~jleeper/627/choosestat.html#predictor> (23 noviembre 2012)
- Hair, J. F. J.; Anderson, R. E.; Tathan, R. L. y Black, W. C. 1999. *Análisis multivariante*. Prentice Hall Iberia, Madrid. 799 pp.
- Jørgensen, S. E. 2001. *Fundamentals of ecological modelling*. Elsevier-Pergamon, Oxford. 530 pp.
- Legendre, P. y Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. xv + 853 pp.

- Manly, B. F. J. 1992. *The design and analysis of research studies*. Cambridge University Press, Cambridge. 353 pp.
- Resetarits, W. J. Jr. y Bernardo, J. 1998. *Experimental Ecology. Issues and perspectives*. Oxford University Press, New York. 470 pp.
- Ruxton, G. D. y Colegrave, N. 2003. *Experimental design for the life sciences*. Oxford University Press, New York. 114 pp.
- Scheiner, S. M. y Gurevitch, J. (eds) 1993. *Design and analysis of ecological experiments*. Chapman & Hall, London. 445 pp.
- Torres-Salinas, D. 2011. Seminario 'Visibilidad y accesibilidad a la producción científica'. Disponible en: <http://www.slideshare.net/torressalinas/como-publicar-en-revistas-cientificas-de-impacto-7914657> (23 noviembre 2012)
- Underwood, A. J. 1997. *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge. 504 pp.
- Zuur, A. F.; Ieno E. N. y Smith, G. M. 2007. *Analysing ecological data*. Springer, Berlin. 672 pp.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Day, R.A. y Gastel, B. 2006. *How To Write And Publish A Scientific Paper*. 6th edition. Cambridge University Press, Cambridge. 320 pp.
- Matthews, J. R.; Bowen, J. M. y Matthews, R. W. 2009. *Successful Scientific Writing. Step-by-step guide for the biological and medical sciences*. 3rd edición. Cambridge University Press, Cambridge. 240 pp.
- Navarro, L., Sánchez, J. M., Cortina, J. y Jiménez-Eguizábal, L. 2010. *En manos de la buena voluntad de los colegas... En nuestras manos*. *Ecosistemas* 19(1):1-7.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

Asociaciones y redes de personal de investigación e investigadores:

AEET (Asociación Española de Ecología Terrestre). www.aeet.org

AIL (Asociación Ibérica de Limnología). www.limnetica.com

EURODOC (*European Council of Doctoral Candidates and Junior Researchers*)

<http://www.eurodoc.net>

FJI (Federación de Jóvenes Investigadores - Precarios). www.precarios.org

RedIRIS. www.rediris.es

Portal UNIVERSIA. www.universia.net

Programas informáticos:

ENDNOTE® (programa de gestión de referencias bibliográficas). Versión de prueba 30 días

<http://www.endnote.com/endemo.asp>

PAST, *PAleontologica STatistics* (programa para realizar diversos análisis estadísticos)

<http://folk.uio.no/ohammer/past/>

R: a language and environment for statistical computing (lenguaje y entorno de programación para el análisis estadístico) www.r-project.org/

Técnicas de trabajo científico. Cómo citar:

ELABORACIÓN DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Biblioteca Univ. de Sevilla

http://bib.us.es/aprendizaje_investigacion/publicar_citar/como_elaborar/referencias_bibliograficas-ides-idweb.html#impresos

ESTILO VANCOUVER. REQUISITOS DE UNIFORMIDAD PARA MANUSCRITOS PRESENTADOS A REVISTAS BIOMÉDICAS. International Committee of Medical Journal Editors.

http://www.fisterra.com/recursos_web/mbe/vancouver.htm (*versión en español*)

<http://www.icmje.org/index.html> (*versión original en inglés*)

ESTILOS DE CITAS Y REFERENCIAS DE DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS. Jose Antonio Merlo Vega, Univ. de Salamanca. <http://exlibris.usal.es/merlo/escritos/citas.htm>

RECOMMENDED FORMATS FOR BIBLIOGRAPHIC CITATION: INTERNET FORMATS.

National Library of Medicine. <http://www.nlm.nih.gov/pubs/formats/internet.pdf>

Técnicas de trabajo científico. Elaborar trabajos científicos:

CÓMO ESCRIBIR UNA TESIS DE DOCTORADO. Joe Wolfe, Univ. Nueva Gales del Sur

<http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/Como.html>

CÓMO HACER UNA TESIS. Carlos Sabino, ed. Panapo, Caracas, 1994

http://paginas.ufm.edu/sabino/word/hacer_tesis.doc

CÓMO ORGANIZAR TU TESIS. John W. Chinneck, Carleton University

<http://www.sce.carleton.ca/faculty/chinneck/thesis/LASpanish.html>

CONSEJOS PARA ESCRIBIR EL TRABAJO FIN DE CARRERA EN PRACTICUM, 5º CURSO DE CIENCIAS AMBIENTALES. Marcos Méndez, Universidad Rey Juan Carlos

http://www.escet.urjc.es/biodiversos/espaa/docencia/practicum/redaccion_practicum.htm

GUÍA DE REDACCIÓN Y PUBLICACIÓN CIENTÍFICA. Prof. Pablo Cazau, Univ. Complutense de Madrid. <http://www.ucm.es/BUCM/psi/12144.php>

TWELVE STEPS TO DEVELOPING AN EFFECTIVE FIRST DRAFT OF YOUR MANUSCRIPT. San Francisco Edit. www.sfedite.net/firstdraft.pdf

Búsqueda de referencias bibliográficas y estudios de citas:

COMO BUSCAR INFORMACIÓN EN INTERNET. Biblioteca de la Univ. de Sevilla

http://bib.us.es/aprendizaje_investigacion/guias_tutoriales/como_buscar-ides-idweb.html

FINDING AND USING INTERNET RESOURCES. Georgetown Univ. Library

<http://www.library.georgetown.edu/internet/index.htm>

ISIHIGHLYCITED. *Relación de autores más citados por especialidad.*

<http://isihighlycited.com/home.cgi>

FACTOR DE IMPACTO (JCR). *Acceso sólo usuarios UCM.*

<http://www.accesowok.fecyt.es/jcr>

ONLINE: A REFERENCE GUIDE TO USING INTERNET SOURCES. A. Harnack, E. Kleppinger, Eastern Kentucky Univ. <http://www.bedfordstmartins.com/online/>

SCIMAGO JOURNAL RANK. *Indicadores de valoración de revistas alternativos al Factor de Impacto del ISI. Basado en datos de la base SCOPUS.*

<http://www.scimagojr.com/journalrank.php>

Otros recursos relacionados:

BIBLIOTECA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS UCM. <http://www.ucm.es/BUCM/bio/index.php>

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA UCM. <http://www.ucm.es/info/ecologia/>

Recibido: 5 de mayo 2013.

Aceptado: 15 de diciembre 2015.