

CIMENTANDO UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: LA REVISIÓN DE LITERATURA¹

ANGEL GUTIÉRREZ Y ALEXANDER MAZ

En este capítulo se reflexiona sobre la importancia de las búsquedas bibliográficas en la organización y desarrollo de un proyecto de investigación en didáctica de las matemáticas. Se dan indicaciones sobre qué bibliografía buscar en cada fase de la investigación. Se describen algunas publicaciones básicas y las principales revistas de investigación y bases de datos de referencias bibliográficas disponibles en la actualidad. Por último, se dan algunas ideas sobre la creación y organización de ficheros personales de referencias bibliográficas.

In this chapter ideas are given about the importance of looking for bibliography towards the organization and development of research projects in the didactic of mathematics. Hints are given about what kind of references to search in each step of the project. Some basic publications are described and also the most important data bases and bibliographic references actually disposable are presented. Furthermore, some ideas are discussed on how to create and organize personal files of references.

Palabras claves: Educación Matemática, investigación, revisión bibliográfica.

INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA E INVESTIGACIÓN

El primer problema serio que suele encontrar un estudiante de doctorado en su camino hacia la tesis doctoral es el de definir un tema de estudio. Esta definición suele iniciarse con planteamientos demasiado generales (por ejemplo, estudiar por qué los alumnos de Secundaria tienen dificultades con las funciones), que hay que acotar. Una manera de hacerlo es leyendo algunas publicaciones relacionadas con ese tema que le muestren al estudiante cómo lo que a él le parece *un* problema es realmente un campo en el que caben numerosas preguntas, bastantes más de las que en principio sospechaba. Hemos escrito este capítulo pensando en los investigadores en formación en el área de didáctica de las matemáticas, con la intención de

-
1. Reimpreso del libro *Iniciación a la investigación en Didáctica de la Matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro* (2001). Universidad de Granada. Agradecemos a los autores y a Pedro Gómez y Luis Rico (Editores) por haber autorizado la publicación de este artículo en la Revista EMA.

facilitarles un poco el comienzo de su actividad investigadora. Queremos mostrarles que realizar una búsqueda orientada, sistemática y exhaustiva de bibliografía es parte de los cimientos necesarios para, primero, perfilar un problema de investigación, después, concretarlo elaborando el marco teórico, la metodología, etc. y, por último, realizar el análisis de los datos obtenidos y elaborar conclusiones. En adelante, al aludir a investigación o mencionar contenidos matemáticos, nos referiremos implícitamente al punto de vista de la didáctica de las matemáticas y no al estrictamente matemático o al educativo en general.

La revisión de la literatura consiste en buscar, seleccionar y consultar la bibliografía que pueda ser útil para el estudio. De ésta se seleccionará la información relevante y necesaria relacionada con el problema de investigación. Sin embargo, la enorme cantidad de información científica existente y la continua aparición y difusión de nuevas publicaciones, dificultan en gran medida identificar la más relevante. Si a este hecho añadimos otra componente, como puede ser que quien va a realizar la investigación sea un investigador en formación, y por lo tanto con escasa o nula experiencia, la situación se torna más compleja e implica una mayor inversión de tiempo y recursos.

La lectura de unas pocas publicaciones seleccionadas es un comienzo idóneo para que un estudiante empiece a conocer mejor el tema por el que se interesa. En principio, esas publicaciones no deben ser muy específicas, pues el objetivo no es centrarse en una cuestión de investigación concreta (que probablemente todavía está sin definir), sino *delimitar un problema de investigación* dentro de un área de trabajo amplia. Las publicaciones recopilatorias de investigaciones previas son muy útiles en esta fase de la investigación.

Poco a poco el estudiante será capaz de acotar una parcela más concreta, mediante la definición de objetivos más específicos, a medida que las publicaciones consultadas le ayuden a *comprender el problema de investigación*. Este paso debe ir acompañado de una nueva búsqueda bibliográfica y la lectura de otras publicaciones más especializadas, restringidas a esa parcela, que en su mayor parte serán artículos de revistas. En esta segunda búsqueda bibliográfica, y en las sucesivas, debemos incluir los textos interesantes que ya tenemos, pues sus listas de referencias permiten descubrir otras publicaciones interesantes anteriores.

A medida que profundiza en su proyecto de investigación y lee más publicaciones, el estudiante llegará a *conocer diversos modos de abordar el problema* que le proporcionarán diferentes metodologías de investigación, lo cual le permitirá ganar autonomía, un espíritu más crítico, e iniciar su propia labor de investigación original y creativa.

Las investigaciones en didáctica de las matemáticas sufren poco el problema de la imposibilidad de publicar un trabajo por falta de originalidad (mucho más frecuente en matemáticas), pues casi siempre es posible encontrar alguna particularidad de nuestra investigación que la haga diferente de las anteriores: nivel educativo, tipo de profesorado, metodología de enseñanza, país, currículum, entorno socio-cultural, etc. son variables que pocas veces coinciden en dos investigaciones. No obstante, hay áreas (por ejemplo aritmética elemental) en las que se ha investigado tanto y se ha publicado tal cantidad de resultados, casi siempre concordantes, que es muy difícil hacer algo mínimamente original. Por otra parte, aunque se puedan encontrar excusas para presentar los resultados de una investigación como más originales de lo que realmente son, no debemos olvidar los consejos de Freudenthal (1982) a propósito de la calidad de las investigaciones y, en particular, de su relevancia. En todo caso, para un investigador es fundamental estar bien informado sobre las publicaciones de su especialidad que van apareciendo y tener acceso directo a las más importantes.

A modo de resumen, como indica Fox (1981, p. 146), las finalidades de una revisión bibliográfica son proporcionar: “1) El marco de referencia conceptual de la investigación prevista; 2) la comprensión del estado de la cuestión; 3) indicaciones para el enfoque, el método y la instrumentación de la investigación para el análisis de datos; 4) una estimación de las probabilidades de éxito de la investigación planteada; 5) la información específica necesaria para formular las definiciones, los supuestos, las limitaciones y las hipótesis de la investigación.”

En los párrafos siguientes hacemos un recorrido por las principales publicaciones básicas y revistas más destacadas de investigación en didáctica de las matemáticas. Después presentamos las bases de datos bibliográficas de didáctica de las matemáticas más interesantes disponibles en la actualidad, y la forma de acceso y uso de las mismas. Por último, damos algunas ideas sobre la creación y organización de ficheros personales de referencias bibliográficas. La información incluida en este texto es la disponible en las universidades de Valencia y Granada, por lo que, probablemente, dejaremos de mencionar algunas referencias interesantes pero a la que no tenemos acceso.

PUBLICACIONES RECOPILOTARIAS DE INVESTIGACIÓN

Como decíamos más arriba, la primera toma de contacto con el mundo de las investigaciones debe ser global, para ir pasando a contextos más específicos a medida que vamos siendo capaces de definir objetivos de investigación más concretos. De tiempo en tiempo se publican libros de tipo “manual” (*handbook*) cuyos capítulos dan panorámicas amplias de la situa-

ción actual de la investigación internacional en diversas áreas relevantes, describiendo los resultados más destacados publicados en los últimos años, organizando e integrando dichos resultados, y planteando algunas cuestiones pendientes de abordar o resolver.

Por tanto, la lectura de estos manuales ayudará al estudiante a conocer diversos componentes, puntos de vista, problemas en los que se está trabajando, etc. de un área de investigación. Además, estos libros ofrecen listas de referencias muy completas, que pueden servir al estudiante para iniciar la segunda fase de su proceso de identificación de un tema de trabajo, es decir elegir un tema específico y estudiar las publicaciones sobre ese tema.

La publicación más reciente de esta clase es Bishop y otros (1996). Un objetivo de este libro es ir más allá de la simple recopilación y descripción de resultados recientes, ofreciendo apuntes sobre nuevas direcciones de la investigación en didáctica de las matemáticas actualmente en desarrollo. Sus secciones están dedicadas a temas relacionados con currículum (diseño, diversas áreas de las matemáticas, evaluación, materiales didácticos, libros de texto, calculadoras y ordenadores), la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en los diferentes niveles educativos y contextos (jóvenes, adultos, enseñanza a distancia, popularización), perspectivas interdisciplinarias (epistemología, lenguaje, demostración, género, etnomatemáticas, antropología, teoría de didáctica de las matemáticas) y desarrollo profesional (formación inicial y permanente de profesores, actividades de los profesores).

Otro manual muy útil es Grouws (1992). Junto al citado en el párrafo anterior, constituye una consulta obligada para quien quiera conocer cuáles son los principales marcos teóricos de referencia en un área de investigación, qué problemas se han estudiado en esa área y qué resultados o propuestas se han obtenido. El libro está dividido en varias secciones, entre las que destacan las dedicadas a los profesores (su actividad en el aula y sus creencias y conocimientos), a los procesos de enseñanza y aprendizaje en diversas áreas de las matemáticas escolares (números y operaciones aritméticas, geometría, probabilidad y estadística, etc.) y a temas como género, tecnología, etnomatemáticas, afectividad, etc.

Como puede observarse, los dos manuales mencionados tienen bastantes temas en común y, necesariamente, comparten una cantidad significativa de contenidos. No obstante, hay diferencias claras entre los enfoques de ambos que hacen que la lectura de los dos textos no sea repetitiva.

El Grupo Internacional *Psychology of Mathematics Education* (PME) está formado por investigadores en didáctica de las matemáticas (la mayoría de ellos son matemáticos o psicólogos) y organiza un congreso anual, cuyas actas describiremos más adelante. Nesher y Kilpatrick (1990) es una síntesis de los principales resultados de investigación producidos por los miembros

del grupo PME en la década de los 80. Abarca trabajos sobre epistemología, lenguaje y matemáticas, aritmética, geometría, álgebra y pensamiento matemático avanzado. Una de las preocupaciones del Grupo PME es fundamentar los resultados experimentales, por lo que en este libro podemos encontrar buenas descripciones de los modelos teóricos predominantes en los diferentes campos de investigación descritos.

Shumway (1980) es una referencia bastante antigua pero con algunos capítulos que siguen resultando útiles, como los dedicados a analizar aspectos metodológicos del proceso de investigación y de diferentes estilos de investigación.

Los textos anteriores, especialmente los dos primeros, hacen recorridos muy amplios por la investigación en didáctica de las matemáticas y están dirigidos preferentemente a investigadores y estudiantes de post-grado. Pero también hay otros manuales que se centran en alguna parcela con características propias. Así, Neyland (1994) tiene como objetivo proporcionar a los profesores información detallada sobre numerosos temas de didáctica de las matemáticas que les pueda resultar útil para el desarrollo de su actividad profesional. Esto hace que no se ponga el énfasis en la actividad investigadora, sus métodos y resultados, sino en la práctica docente y su problemática. Así, aparecen capítulos dedicados a la enseñanza de diferentes temas de las matemáticas escolares, diseño de materiales de enseñanza, uso de varios programas informáticos, metodologías de enseñanza, evaluación, planificación de la enseñanza, y cuestiones socio-culturales.

Por su parte, Wittrock (1986) hace un exhaustivo recorrido por los métodos de investigación en enseñanza y aprendizaje, tanto cualitativos como cuantitativos. Aunque este manual no está dirigido específicamente a la didáctica de las matemáticas, resulta útil porque las metodologías de investigación descritas son comunes a las diferentes áreas de la investigación educativa (tal vez con algunas adaptaciones).

REVISTAS

Las revistas son, actualmente, el principal medio de divulgación de los resultados científicos. En lo referente a la didáctica de las matemáticas, podemos hacer una clasificación de las revistas actuales en dos grandes clases: las dirigidas al mundo de la investigación y las dirigidas al mundo de la docencia². Hay unas pocas revistas que publican artículos de ambos tipos.

2. En didáctica de las matemáticas, la distinción entre investigación y experimentación es difusa. En Gutiérrez, A. (1991) se hacen algunos comentarios al respecto.

En esta sección hacemos un recorrido por las principales revistas de investigación que conocemos.

Empezando por las publicaciones en español, la consulta de revistas como *Educación Matemática* (México), *Revista EMA* (Colombia), *Enseñanza de las Ciencias*, *Epsilon*, *Números*, *Suma y Uno* (todas españolas) nos mantendrán al día del avance de la investigación en España y países hispanoamericanos. *Enseñanza de las Ciencias* está dedicada sólo a investigación, mientras que las otras combinan artículos sobre experiencias de enseñanza, diseño curricular, etc. con otros sobre resultados de investigaciones.

En el ámbito internacional, actualmente hay tres revistas que destacan claramente en calidad por encima de las demás. Estas son, por orden alfabético:

Educational Studies in Mathematics (ESM), fundada por Hans Freudenthal en 1969, *Journal for Research in Mathematics Education* (JRME), publicada por el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, sociedad de profesores de matemáticas de EE.UU.) desde 1970, y *Recherches en Didactique des Mathématiques* (RDM), creada en 1980 en Francia por iniciativa de un grupo de didactas de ese país.

Las tres revistas tienen como principal fin difundir la diversidad de puntos de vista, objetivos y métodos de investigación actuales en didáctica de las matemáticas. Sin embargo, hay una diferencia entre ellas que influye en sus contenidos: mientras que *ESM* tiene vocación internacional y su comité editorial está formado por especialistas de todo el mundo, lo cual asegura la diversidad de tendencias en los artículos publicados, *JRME* y *RDM* tienen una ubicación geográfica específica y en los comités editoriales predominan los naturales de sus respectivos países de origen. Por obvias razones de proximidad geográfica, cultural y, en el caso de *RDM*, lingüística, la mayoría de los artículos publicados en estas dos revistas son de autores de sus respectivos países. Ello hace que en cada revista predominen los artículos que representan los métodos y líneas de investigación típicos de su país. No obstante, ninguna de estas revistas rechazará un artículo que tenga la suficiente calidad procedente de otro lugar del mundo o basado en otros paradigmas o métodos. Además, no hay que entender esta diferencia como negativa, pues nos ayudará a identificar con claridad las características de diferentes paradigmas metodológicos.

En un nivel de calidad próximo a las revistas mencionadas antes, podemos situar las *Actas de los Congresos del Grupo PME*. Aunque las actas de congresos no son revistas, se parecen más a éstas que a los libros. El Grupo PME es actualmente el principal foro de información y debate sobre investigación en didáctica de las matemáticas. A sus congresos anuales asisten con regularidad los principales investigadores de todo el mundo, lo cual hace que leer sus últimas actas sean una de las mejores formas de conocer

el estado actual de la investigación, sus líneas predominantes, nuevas tendencias, debates, etc.

Otras revistas de calidad que también deben ser tenidas en cuenta son *Focus on Learning Problems in Mathematics*, *For the Learning of Mathematics* y *The Journal of Mathematical Behavior*. Las tres revistas son de temática general y en ellas se publican artículos de muy variados estilos, métodos y objetivos. También es conveniente seguir la evolución de las revistas de nueva aparición, como *International Journal of Computers for Mathematical Learning* (IJCML, aparecida en 1996) y *Journal of Mathematics Teacher Education* (JMTE, aparecida en 1998), dedicada la primera al mundo de la enseñanza de las matemáticas apoyada en medios electrónicos y la segunda al de los profesores de matemáticas (creencias, actividad profesional, formación inicial y permanente, etc.).

Hasta hace poco tiempo, la única forma de revisar el contenido de las revistas era dedicando interminables horas a leer, uno por uno, los índices de los ejemplares disponibles. En la actualidad las compañías editoras de revistas se han adaptado al auge de internet y están sacándole el máximo provecho, lo cual redundará en un gran beneficio para los usuarios, tanto en ahorro de tiempo como en aumento de las posibilidades de búsqueda. Las editoriales que tienen servidor de internet incluyen en él páginas con los índices de sus revistas. Así, en <http://www.nctm.org/> están los índices de *JRME* y las demás revistas publicadas por el NCTM y en <http://www.wkap.nl/> están los de *ESM*, *IJCML*, *JMTE* y demás revistas de la editorial Kluwer. Por lo tanto, es muy fácil consultar los índices de numerosas revistas aunque no tengamos acceso físico a ellas.

El auge de internet también ha hecho aparecer bastantes publicaciones electrónicas nuevas, distribuidas desde servidores de internet. Los boletines ofrecen información sobre publicaciones recientes, conferencias, etc. relacionadas con sus respectivos temas de interés. Algunos ejemplos interesantes son: *British Society for the History of Mathematics Education Abstracts* <http://www.dcs.warwick.ac.uk/bshm/education/ineduc.html>, *IASE Review* <http://www.swin.edu.au/math/iase/newsletters.html>, *International Newsletter on the Teaching and Learning of Mathematical Proof* <http://www-cabri.imag.fr/Preuve> y *Newsletter of the International Study Group for Research on Learning Probability and Statistics* <http://www.ugr.es/~batanero/iase.html>.

También hay revistas electrónicas que, como las revistas en papel, están formadas principalmente por artículos. La principal diferencia, a favor de las revistas electrónicas, es la posibilidad de incluir llamadas a otros textos electrónicos, que pueden verse simultáneamente, y sustituir las figuras impresas por videos, “applets” u otras formas electrónicas de presentación de

información gráfica. Dos ejemplos interesantes para los investigadores son: *Journal of Statistics Education* <<http://www.amstat.org/publications/jse>> y *Philosophy of Mathematics Education* <<http://www.ex.ac.uk/~PErnest/>>.

Todos los títulos anteriores describen perfectamente sus respectivos objetivos. Las primeras revistas de didáctica de las matemáticas que ofrecen la posibilidad de suscribirse (al mismo precio) a la versión impresa o a la versión electrónica son *IJCML*, *JMTE* y *JRME*. Motivos para elegir la versión electrónica frente a la versión en papel pueden ser el ahorro de espacio en la biblioteca, la facilidad para buscar palabras clave desde el ordenador, o la seguridad de que ningún ejemplar se perderá en el correo.

BASES DE DATOS

Para realizar una búsqueda bibliográfica completa, un investigador no debe limitarse a consultar las revistas disponibles en su departamento o universidad, especialmente si la cantidad de revistas es escasa o faltan algunas de las más importantes. Una base de datos es una publicación periódica compuesta por fichas con información sobre libros, artículos, actas de congresos, etc. publicados recientemente, que pueden clasificarse según diferentes criterios. Estas fichas, además de los datos básicos de la publicación (autores, título, etc., y resumen), suelen incluir el idioma en que está escrita, la dirección postal de la editorial o los autores y una lista de palabras clave. La consulta de bases de datos proporciona numerosas referencias de publicaciones relacionadas con un tema de investigación.

En los párrafos siguientes haremos un recorrido por las principales bases de datos relacionadas con la didáctica de las matemáticas, todas ellas disponibles en versión electrónica, describiendo brevemente sus contenidos, estructura y forma de acceso. A través de las páginas web de la Universidad de Valencia <http://www.uv.es/biblioteca/index_c.html>³ y del CICA <<http://www.cica.es>> se puede acceder a todas las bases de datos mencionadas en esta sección excepto a *ZDM*.

Teseo <<http://www.mcu.es/TESEO/index.html>> es una base de datos del Ministerio de Educación español dedicada a registrar las tesis doctorales leídas en España. La ficha contiene los datos básicos de la tesis, el nombre del director, el departamento y universidad de procedencia, y varias palabras clave.

-
3. Pinchar en el botón "revistas" para ver *Swets* y en el botón "bases de datos" para ver las demás bases de datos. Para consultar algunas de ellas es necesario instalar previamente en nuestro ordenador una aplicación cliente de Winframe, que puede descargarse desde el mismo servidor, y que arranca automáticamente al pinchar en el nombre de la base de datos.

University Microfilms International (UMI) es una organización de EE.UU. que gestiona la base de datos *Dissertations Abstracts International* (DAI), dedicada principalmente a reseñar tesis de doctorado, maestría, etc. de cualquier área. La ficha contiene los datos básicos de la referencia, dirección postal de contacto y varias palabras clave. Es posible obtener de UMI copias de la mayor parte de las tesis reseñadas. Por otra parte, hay numerosas revistas que remiten a UMI versiones en microficha de sus números, por lo que también es posible conseguir aquí copias de artículos. La consulta de DAI se hace mediante los CDs disponibles en las universidades o entrando en su servidor de Internet <<http://www.lib.umi.com/dissertations>>; en este caso, se pueden consultar gratuitamente los dos últimos años y por suscripción la base de datos completa.

Educational Resources Information Center (ERIC) <<http://eric.syr.edu/Eric/>> es una organización de Estados Unidos dedicada a mantener la mayor base de datos internacional sobre educación, que incluye los artículos de unas 750 revistas, libros y publicaciones propias. La peculiaridad de ERIC es que actúa al mismo tiempo como editorial, publicando numerosos textos que, por sus características, no pueden ser publicados por editoriales comerciales o revistas (presentaciones personales en congresos, actas, memorias de proyectos de investigación, etc.). Por ejemplo, las actas de todos los congresos del Grupo PME, desde el segundo, están disponibles a través de ERIC. La ficha contiene información detallada que incluye varios tipos de palabras clave (contenido, nivel educativo, etc.) y la dirección postal del autor o editor. Además del acceso electrónico, la base de datos está disponible en CD, en micro-fichas y en boletines periódicos impresos (RIE y CIJE).

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM) es una base de datos de origen alemán que referencia artículos, libros y actas de congresos. ZDM proporciona información sobre gran cantidad de publicaciones europeas, en particular de países del este de Europa y de otros con idiomas minoritarios como alemán, griego, italiano, etc. La ficha contiene la información básica de la publicación, su idioma y varios niveles de palabras clave. La consulta electrónica a ZDM se puede hacer mediante un CD para Pc o suscribiéndose a su servidor de internet *MathDi* <<http://www.emis.de/MATH/DI.html>> o <<http://www.zblmath.fiz-karlsruhe.de/zbl/mathdi-gw.html>>. La versión impresa de ZDM tiene la particularidad, respecto de las demás bases de datos, de incluir en cada número una sección con varios artículos de didáctica de las matemáticas⁴. Estos artículos no aparecen en la versión electrónica.

4. Recientemente el gobierno alemán, del cual depende ZDM, tomó la decisión de eliminar esta organización, barajando la posibilidad de incluir su base de datos en la conocida organización hermana *Zentralblatt für Mathematik* y dejar que se creara una revista independiente si se quiere continuar la publicación de los artículos.

Swets <<http://www.swetsnet.nl>> es una empresa holandesa especializada en la gestión de suscripciones a revistas. En su servidor de internet mantiene una base de datos con los índices de todas las revistas que gestiona. La búsqueda de una revista concreta se puede hacer en un listado alfabético o mediante una pantalla de búsqueda por palabras.

La Sociedad Andaluza de Educación Matemática “Thales” ha creado el *Centro de Documentación de Didáctica de las Matemáticas “Thales”* <<http://thales.cica.es>>, en el que se reciben la mayoría de libros y revistas importantes relacionados con la didáctica de las matemáticas, y a la que pueden solicitarse búsquedas bibliográficas en sus fondos y fotocopias de publicaciones específicas.

Los Citation Index son un importante conjunto de bases de datos especializadas en diversos campos científicos. El *Social Science Citation Index* (SSCI) es la base más próxima a la didáctica de las matemáticas, si bien esta proximidad es más teórica que real, pues contiene muy pocas de las revistas usadas habitualmente en didáctica de las matemáticas. Por ejemplo, de las 43 revistas disponibles en la Universidad de Valencia, sólo 3 aparecen en el SSCI.

La calidad de una base de datos se puede medir por dos parámetros: cantidad y calidad científica de las referencias contenidas, y facilidad de realización de búsquedas ajustadas a nuestras necesidades. El segundo parámetro, realmente, depende a partes iguales de la calidad del programa informático que controla el acceso al archivo y de la habilidad del usuario para definir con precisión la búsqueda. El procedimiento de búsqueda es similar en todas las bases de datos electrónicas, aunque con diferencias de estilo o forma de presentación de unas a otras. Nuestro objetivo aquí no es explicar con detalle las formas de búsqueda, sino dar algunos apuntes para que los estudiantes de doctorados sean conscientes de que se trata de un momento importante al que deben prestar atención.

Todas las bases de datos electrónicas disponen de una pantalla de búsqueda que, en algunos casos, tiene dos niveles, el básico y el avanzado. En el nivel básico, el usuario dispone de una ventana en la que escribe la palabra o frase en la que desea basar la búsqueda (Figura N° 1), y la base de datos le proporciona todas las fichas en las que aparece. Esta forma de búsqueda es muy fácil, pero sólo resulta útil cuando buscamos información bastante concreta, como las publicaciones de un determinado autor, un artículo o libro específico, etc. Sin embargo, si buscamos referencias sobre un tema de investigación (por ejemplo sobre demostración en geometría en secundaria), generalmente no podremos usar la búsqueda básica porque ésta no aceptará varias palabras clave independientes. En este ejemplo, al escribir “demostración, geometría, secundaria” (o su equivalente en inglés), la base de datos nos proporcionará las referencias en las que aparezca al menos una de estas

palabras, pero no referencias en las que aparezcan “demostraciones”, “geométrica”, etc.

Figura N° 1. Pantalla de búsqueda básica en Teseo

Para hacer una búsqueda mejor, debemos usar la pantalla de búsqueda avanzada (Figura N° 2). Aquí dispondremos de la posibilidad de indicar si queremos que una palabra aparezca en cualquier campo de la ficha o en uno específico (por ejemplo, si sólo queremos referencias en un idioma específico, de los últimos 5 años, etc.) y de la posibilidad de utilizar operadores booleanos (y, o, no, paréntesis). De esta forma es posible organizar búsquedas que respondan con precisión a nuestras necesidades.

Figura N° 2. Pantalla de búsqueda avanzada de ERIC

Siguiendo con el ejemplo anterior, al elegir las palabras clave para una búsqueda, debemos tener en cuenta que:

- 1) En los títulos y resúmenes de las referencias podemos encontrar variantes gramaticales de un término: encontraremos “geometría” pero también “geométrico”, “geométrica” y sus respectivos plurales, o encontraremos “*proof(s)*”, “*prove*” y “*proving*”. Por tanto, no podemos usar sólo una de estas palabras en la búsqueda, pues perderemos numerosas referencias, y tampoco podemos adivinar todas las variantes gramaticales de un término. La manera correcta de solventar este problema es utilizar la raíz común a todas estas palabras seguida de una “máscara”, es decir un símbolo especial que el programa de búsqueda interpreta como que nos interesan todas las palabras que empiecen por las letras indicadas. El símbolo usado como máscara suele ser *. Así, escribiríamos “*geom**”, “*proof**” y “*prov**”.

Algunas bases de datos disponen de una opción que muestra alfabéticamente todos los términos utilizables como palabras clave junto a la cantidad de referencias en las que aparece la palabra (Figura N° 3). Realmente es una lista de todas las palabras que aparecen en cada ficha, incluso las que tienen errores sintácticos.

GEOMATH	1
GEOMATHS	1
GEOMETER	18
GEOMETERS	11
GEOMETIC	1
GEOMETR	53
GEOMETRC	3
GEOMETRE	49
GEOMETRI	15
GEOMETRIA	102

Figura N° 3. Lista de términos de ZDM (versión en CD)

- 2) Es muy frecuente encontrar palabras de distintas raíces para referirse al mismo concepto o conceptos muy próximos. En este caso, es necesario tener en cuenta todas las palabras usuales en la literatura especializada. Por ejemplo, la palabra “prueba” suele aparecer como sustituta de “demostración”, por lo que deberíamos escribir “demostración o prueba” en la búsqueda. Del mismo modo, la enseñanza secundaria suele recibir diversos nombres. Así, en inglés, “secondary”, “middle” y “high” school se refieren a diferentes tramos de este período educativo.

La identificación de palabras clave adecuadas es el principal ingrediente para el éxito de una búsqueda: si escogemos pocas palabras, o palabras muy generales, obtendremos cientos o miles de referencias, la mayoría de las cuales no son interesantes y cuya depuración llevará varios días de trabajo tedioso. Si, por el contrario, escogemos muchas palabras, o palabras muy específicas, obtendremos muy pocas referencias, casi todas interesantes pero que son sólo parte de las referencias disponibles sobre el tema que nos interesa. No hay ninguna regla general que asegure la correcta selección de palabras clave. Incluso, hay casos en los que es muy difícil realizar búsquedas ajustadas debido a que algunas palabras clave son inevitablemente genéricas, usándose en especialidades tan dispares como matemáticas, arte, medicina, geografía, economía o arquitectura.

Al hacer búsquedas bibliográficas, es conveniente llevar un registro de las consultas hechas a bases de datos y revistas, pues evita que al pasar el tiempo se olvide dónde y qué se ha buscado y se vuelvan a realizar consultas ya hechas, con la consiguiente pérdida de tiempo y esfuerzo. Algunas bases de datos permiten imprimir la ventana en la que se recogen las sucesivas búsquedas hechas y la cantidad de referencias encontradas para cada una. Gall y otros (1996) presentan una plantilla de control para la búsqueda en bases de datos, que ofrecemos aquí adaptada (Figura N° 4).

Propósito de la búsqueda _____	
Fuentes examinadas _____	
Base de datos consultada _____	
Descriptor o términos utilizados	
1. _____	3. _____
2. _____	4. _____
Búsquedas realizadas y cantidades de referencias encontradas	
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____

Figura N° 4. Plantilla para control de búsquedas en bases de datos

Cuando hemos completado una búsqueda de referencias en una base de datos, el paso siguiente es guardar la información disponible. Lo más razonable es guardar todos los campos que ofrece la ficha, aunque alguno pueda parecer innecesario al principio. La forma básica de guardado es imprimiendo el listado de referencias, aunque es mucho mejor guardarla en nuestro ordenador como archivo de texto, pues de esta forma el proceso posterior de depuración es mucho más sencillo. La mayoría de bases de datos ofrecen la opción de copiar las referencias obtenidas en el disco duro. Con las que no ofrecen esta opción (por ejemplo, *Teseo*), si la consulta es a través de internet, queda la posibilidad de guardar como texto desde el navegador las páginas del servidor que muestran las fichas completas. El archivo creado se puede abrir con un procesador de textos y, después de una pequeña limpieza de texto inútil, tendremos el mismo resultado que si se hubiera guardado directamente desde la base de datos.

ORGANIZACIÓN DE UNA BASE DE DATOS PERSONAL

Cuando un estudiante de doctorado empieza a trabajar en su proyecto de investigación, empieza también a acumular fotocopias de artículos y libros. Al principio es fácil retener en la memoria el contenido de cada uno, pero en poco tiempo la cantidad de publicaciones habrá crecido tanto que ya no es posible recordarlas todas, ni sus contenidos. La manera de solventar este problema es crear una base de datos propia en la que fichar cada nueva publicación que llegue a nuestras manos. Las fichas pueden ser bastante simples, conteniendo sólo los datos básicos de las referencias, pero es práctico definir un campo de palabras clave, en el que escribir unas pocas palabras que caractericen el contenido de cada referencia. Si se usan palabras clave, es necesario hacer un listado que asegure que serán siempre las mismas palabras y que encontraremos todas las referencias que tenemos sobre un tema determinado. También puede ser útil definir un campo para incluir un breve resumen del contenido de la publicación.

Existen diversos modelos de fichas bibliográficas (Fox, 1981; Alcina, 1994; Hernández y otros, 1998) dependiendo del tipo de publicación que recogen. Además, diferentes especialidades científicas tienen hábitos diferentes sobre qué datos incluir en las fichas. La *American Psychological Association* (APA) publica un manual de estilo (A.P.A., 1983) en el que se dan criterios pormenorizados sobre los campos que deben contener las referencias de cada tipo de publicación. El manual de estilo de la APA ha sido adoptado por numerosas publicaciones de didáctica de las matemáticas, periódicas y libros, aunque otras muchas, algunas muy importantes, siguen

otras reglas de estilo diferentes. Los datos incluidos habitualmente en las referencias en didáctica de las matemáticas son:

Ficha de libros. Autores o editores, título del libro, editorial o institución que lo publica, número de volúmenes o tomos, nombre de la colección o serie a la que pertenece y número en la misma, ciudad y país de publicación, y año de publicación.

Ficha de artículos. Autores, título del artículo, nombre de la revista, volumen de la revista que contiene el artículo, páginas (indicando la primera y la última), y año de publicación.

*Ficha de capítulo de libro editado*⁵. Autores del capítulo, título del capítulo, editores del libro, título del libro, editorial o institución que lo publica, número de volúmenes o tomos, nombre de la colección o serie a la que pertenece y número en la misma, ciudad y país de publicación, páginas del capítulo (indicando la primera y la última), y año de publicación.

Si se desea hacer un fichero de tarjetas de cartulina, hay que procurar que las fichas no sean pequeñas, por lo menos de 12.5 cm. de ancho por 7.5 cm. de alto. Actualmente lo más cómodo es crear una base de datos personal en un ordenador, si se dispone de los medios necesarios. La forma más simple es un archivo de procesador de textos formado por una lista de referencias ordenadas alfabéticamente, pero programas de manejo de bases de datos como *FileMaker*, *Dbase*, *EndNote*, etc. permiten crear fácilmente archivos más sofisticados, adecuados a nuestras necesidades, en los que podremos hacer búsquedas más complejas que la que permite un procesador de textos.

A modo de ejemplo, la Figura N° 5 muestra dos fichas de una base de datos personal creada con *EndNote*, un programa especializado en el tratamiento de bases de datos de referencias bibliográficas (Niles, 1994). Este programa tiene numerosos tipos de ficha predefinidos, con campos diferentes, para artículos, libros, tesis, software, manuscritos, etc., que cubren los tipos estándar usados en diferentes campos científicos, pero también permite al usuario definir sus propios tipos de ficha, indicando qué campos quiere que contenga. Una particularidad de *EndNote* es que el usuario asigna un tipo de ficha a cada referencia, según sea un artículo, libro, etc., y la base de datos muestra cada referencia de manera diferente, según su tipo (Figura N° 5). Esta posibilidad no la permiten los programas generales de manejo de bases

5. Un libro editado es un libro en el que los diferentes capítulos han sido escritos por distintos autores, como el que estás leyendo en este momento. En estos casos, la referencia a un capítulo específico no se hace citando a los editores del libro, sino a los autores del capítulo.

de datos, que dan más libertad para definir el formato (tamaño de los campos, colocación en la pantalla, etc.) pero muestran todas las fichas iguales.

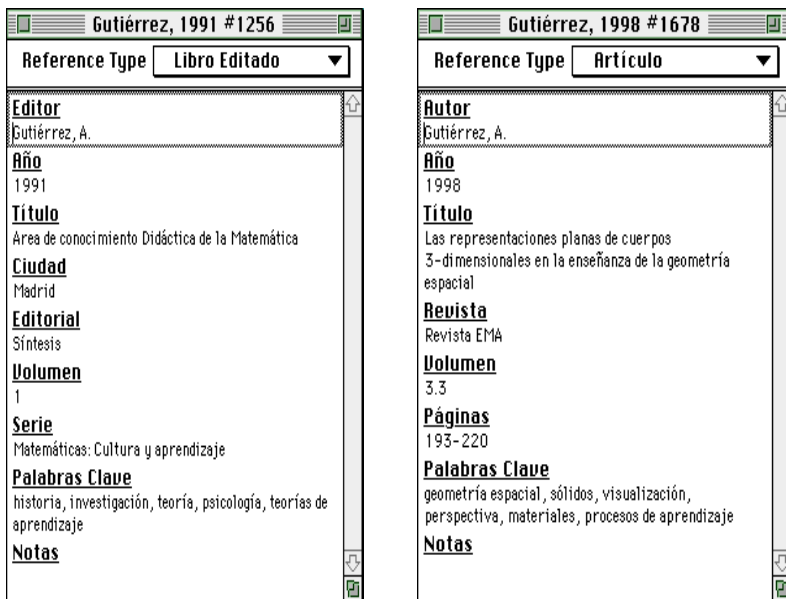


Figura N° 5. Fichas de una base de datos creada con EndNote

Junto a la base de datos de las publicaciones disponibles, otros ficheros pueden contener las referencias de publicaciones interesantes que todavía no se han podido conseguir, o listados de referencias sobre temas monográficos interesantes.

Después de organizar y clasificar la información obtenida en una búsqueda bibliográfica, el investigador debe depurarla, eliminando las referencias repetidas, preguntándose cuál es relevante para su problema de investigación y cuál está desfasada al haber sido superada por publicaciones posteriores. También hay una pregunta que se plantea con bastante frecuencia: ¿Para qué quiero una lista de referencias de publicaciones a las que no tengo acceso y, por tanto, no puedo leer? Es conveniente aprender a priorizar la importancia de las referencias no accesibles, para hacer el esfuerzo de intentar conseguir las que creamos más interesantes. Como norma general, las referencias cuyo resumen muestra una relación tangencial con nuestro objetivo de investigación, las antiguas (digamos con 15 años o más), y las correspondientes a publicaciones internas de universidades o a revistas y

editoriales desconocidas son menos importantes que las referencias que parecen estar estrechamente relacionadas con nuestro trabajo, las recientes, y las correspondientes a revistas y editoriales de reconocido prestigio. Una excepción a esta regla son textos clásicos muy citados, por ejemplo obras de Piaget o Freudenthal, que siguen siendo fundamentales.

Existen varias formas de intentar conseguir publicaciones, en especial artículos, no accesibles que parecen importantes. Es probable que, durante un viaje de estudios, asistencia a un congreso, etc. encontremos una biblioteca que tenga algunas de estas referencias. Tampoco debemos olvidar que en bastantes departamentos de didáctica de la matemáticas de la comunidad ibero-americana hay buenas bibliotecas y hemerotecas, por lo que podemos pedir ayuda a nuestros colegas de otras ciudades para conseguir algunos textos que nos interesen. Finalmente, no hay que desechar la posibilidad de dirigirnos directamente a los autores de los artículos para pedirles una copia de los mismos. Existe un muy alto grado de solidaridad entre los investigadores de todo el mundo, por lo que lo normal es que atiendan nuestra petición. Si, además, les explicamos un poco el contenido de nuestra investigación, es probable que nos envíen otras publicaciones suyas interesantes o nos sugieran contactar con otras personas.

REFERENCIAS

- Alcina, J. (1994). *Aprender a investigar. Métodos de trabajo para la redacción de tesis doctorales*. Madrid: Compañía Literaria.
- American Psychological Association (1983). *Publication Manual of the A.P.A.* Washington: APA.
- Bishop, A.J. y otros (Eds.). (1996). *International handbook of mathematics education*, 2 vols. Kluwer: Dordrecht, Holanda.
- Fox, D. (1981). *El proceso de investigación en educación*. Pamplona, España: EUNSA.
- Freudenthal, H. (1982). Fiabilité, validité et pertinence - critères de la recherche sur l'enseignement de la mathématique. *Educational Studies in Mathematics*, 13, 395-408.
- Gall, M., Borg, W. y Gall, J. (1996). *Educational research. An introduction*. New York: Longman.
- Grouws, D.A. (Ed.). (1992). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: MacMillan.

- Gutiérrez, A. (1991). La investigación en didáctica de las matemáticas. En A. Gutiérrez (Ed.), *Area de conocimiento. Didáctica de la matemática* (pp. 149-194). Madrid: Síntesis.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Nesher, P. y Kilpatrick, J. (Eds.). (1990). *Mathematics and cognition: A research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Cambridge, G.B: Cambridge U.P.
- Neyland, J. (1994). *Mathematics education. A handbook for teachers*. The Wellington College of Education.
- Niles (1994). *EndNote Plus*. Berkeley, CA: Niles and Associates.
- Shumway, R.J. (Ed.). (1980). *Research in mathematics education*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Wittrock, M.C. (Ed.). (1986). *Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan. Traducido al español: *La Investigación en la enseñanza*, 3 vols. Barcelona: Paidós.

Angel Gutiérrez
Universidad de Valencia
angel.gutierrez@uv.es

Alexander Maz
Universidad de Granada
amaz@platon.ugr.es