

CAPÍTULO 4

BÚSQUEDA Y REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

Propósito

Explicar el proceso de investigación bibliográfica.

Objetivos de aprendizaje

Cuando el estudiante termine este capítulo, debe ser capaz de:

- Entender el proceso de investigación bibliográfica en el marco del proyecto.
- Definir y llevar a cabo una búsqueda bibliográfica.
- Utilizar correctamente la información obtenida durante la búsqueda bibliográfica.
- Llevar a cabo una evaluación crítica del material recopilado.
- Escribir correctamente la sección de revisión bibliográfica.

4.1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación bibliográfica constituye el fundamento del proyecto y determina la diferencia entre un buen proyecto académico y otro que probablemente fracasará u obtendrá una mala calificación. Esta tarea consta de dos partes:

- Búsqueda de bibliografía: buscar, ordenar, gestionar y asimilar la información disponible.
- Revisión de la bibliografía: comprender lo leído y extraer las ideas principales para nuestro propósito.

La investigación bibliográfica forma una parte importante de la introducción al proyecto informático fin de carrera y tiene diversas finalidades:

- Justifica el proyecto, esto es, demuestra que el proyecto vale la pena y que hemos elegido un tema relevante. Además, demuestra que el proyecto es original y no repite el trabajo de otros.
- Sitúa el proyecto dentro de un contexto, evaluando la investigación anterior y actual en dicho campo. También muestra cómo se engloba el proyecto en este contexto y en que forma hace alguna contribución nueva.
- Permite que otros investigadores consulten las fuentes bibliográficas que hemos citado y puedan entender y, en su caso, continuar nuestro trabajo.

Justificación

La investigación bibliográfica es muy importante en un Proyecto Fin de Carrera. La figura 4.1 compara el desarrollo de un proyecto informático con un bloque de pisos. Aunque haya gente que este interesada en visitar el lujoso ático del último piso (es decir, para leer la memoria final del proyecto), este ático será inestable, de escasa calidad y de poco valor académico, si no descansa sobre cimientos sólidos (la investigación bibliográfica). A menudo los estudiantes comienzan sus proyectos en la “planta baja”, no por los cimientos, ya que tienden a exponer sus ideas sin justificarlas y fundamentarlas debidamente y sin ubicarlas en el contexto adecuado. El resultado es un proyecto que no está correctamente construido, hay fallos en la planificación, en la perspectiva de la investigación, en la debilidad de las conclusiones y en la ignorancia de otros los impactos e influencias que pudiera haber tenido el esfuerzo hecho. Inevitablemente sin una buena puesta al día, los resultados y conclusiones son deficientes.

Contexto

En el ámbito académico es muy importante situar un proyecto dentro de un contexto más amplio que justifique su contenido. La figura 4.2 trata de ubicar los distintos proyectos fin de carrera que se dan (Ver Capítulo 0) uno, mas próximo al de pregrado, otro al de postgrado, donde la línea de puntos representa los posibles descubrimientos derivados del proyecto. La figura 4.2 reconoce también que no hemos llegado a los límites de la comprensión del mundo y que, posiblemente, quedan un gran número de descubrimientos que todavía no se han hecho, esta idea corresponde a la región aislada, en la parte superior derecha del diagrama, simboliza que la expansión del conocimiento es imparable y que los descubrimientos que quedan por hacer en el futuro, pueden sentar las bases de nuevas áreas de conocimiento importante. Por ejemplo, hace 500 años la idea de que la Tierra giraba alrededor de Sol parecía ridícula, y entonces habría aparecido como una región aislada en la figura 4.2. Con el paso del tiempo, el conocimiento global se ha expandido y ha aceptado esta idea entre sus límites.

Aunque el Comisionado de la Oficina estadounidense de Patentes afirmara en 1899 que “Toda cosa susceptible de ser inventada ya había sido inventada”, lo cierto es que el conocimiento global no deja de expandirse a medida que se obtienen nuevos descubrimientos. Esta visión, acerca de lo que queda por descubrir y la capacidad de predicción de lo que se conseguirá en el futuro es un tema recurrente entre científicos y técnicos. Las siguientes afirmaciones ilustran la evolución impredecible del conocimiento, incluso en el campo de la Informática:

“Los ordenadores del futuro pesarán no más de 1,5 toneladas”.

(Revista “Popular Mechanics”, 1949)

“Pienso que hay mercado en el mundo para unos 5 ordenadores”

(Thomas Watson, director de IBM, 1943)

Un punto de partida

La revisión bibliográfica además va a ayudar a capacitar en el tema, a otras personas interesadas en el tema, que van a poder profundizar posteriormente en las bases y áreas del proyecto. Una revisión concienzuda es un excelente punto de partida

para uno mismo y para los demás, al tiempo que ayuda al tribunal a entenderlo mejor y a interesarse en el tema.

4.2 EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En el capítulo 3 dividimos la investigación bibliográfica en dos fases diferentes, aunque entrelazadas, que denominamos búsqueda y revisión. Sin embargo, en su desarrollo, el proceso de investigación bibliográfica es sensiblemente complicado, como trata de mostrar la figura 4.5, donde se ha representado el proceso con mas amplitud. En ella el eje angular representa el tiempo y el radial la sucesiva focalización del tema objeto de nuestro trabajo.

El proceso de investigación bibliográfica comienza en el cuadrante superior izquierdo de la figura. El punto de inicio es la definición de la búsqueda, que debe identificar los límites de la misma. Naturalmente, se necesita contar con un material informativo apropiado para poder enfocar nuestro trabajo. Una vez definido éste, accederemos a la consulta de libros, revistas de divulgación o de investigación, paginas web, para delimitar la búsqueda bibliográfica e identificar los temas que nos interesan. Luego, debemos encontrar un punto de partida para nuestra búsqueda particular y tartar de relacionar constantemente los temas que trataremos. Para ello podemos utilizar un árbol de relevancia, un diagrama reticular o un mapa de investigación, descritos en el capítulo 2.

Una vez que sabemos lo que buscamos, podemos seguir recorriendo la espiral de la figura y comenzar la búsqueda de información, cuyo objetivo es proporcionar el material necesario para una posterior evaluación crítica, la cual constituirá la base de la siguiente fase del proyecto: la revisión de la bibliografía. Cabe destacar que las dos fases mencionadas no se realizan necesariamente en un orden preestablecido, es decir, el estudiante no va a la biblioteca de la universidad o a Internet primero, toma después todas las referencias que necesita, vuelve a su mesa de estudio, se las lee y finalmente las asimila. Por el contrario, algunas de estas tareas se realizarán en paralelo: podemos analizar algunos artículos mientras se espera la llegada de otros, que se han encargado en el servicio de préstamo de otras bibliotecas; podemos leer parte de un artículo y dejar el resto para más adelante; leer solamente una parte de un libro; o utilizar un artículo solo para encontrar otras referencias sobre el tema.

Como tendremos ocasión de ver, la información accesible a través de Internet, gratuita o de pago, complementa, y a veces sustituye, el papel de la biblioteca tradicional y cambia, aunque no fundamentalmente, el proceso de búsqueda. El estudiante debe conocer cuáles son los sitios web mas cualificados en su campo para recurrir a ellos, tanto para consultar como para obtener los documentos originales, pues es posible que buena parte de su trabajo ya esté hecho, gracias a que muchos científicos vuelcan en la red todas sus referencias y las actualizaciones que les parecen valiosas.

Una vez completado un ciclo del proceso de investigación bibliográfica, el proyectando se dará cuenta que solamente está empezando; le quedarán muchas preguntas sin resolver y se le habrán ocurrido otras alternativas que no había considerado, hasta ahora que esta mejor informado, y que requieren una investigación más profunda por su parte. Además, puede que tome conciencia de que el propósito inicial del proyecto era demasiado amplio y se decida a encauzarlo hacia un aspecto más

particular o concreto. También es posible que llegue a la conclusión de que el proyecto está dirigido hacia un aspecto demasiado concreto y, por tanto, que deba ampliar su perspectiva y, en consecuencia, la búsqueda bibliográfica. Por tanto, conviene saber que se estará saliendo y entrando en el ciclo una y otra vez, definiendo y redefiniendo la búsqueda del material y orientándola cada vez más hacia la información realmente relevante para el proyecto. La convergencia de la espiral hacia un punto central en la figura 4.5, representa dicho enfoque hacia el tema de interés. Esto no quiere decir que a veces la búsqueda no se pueda extender. El enfoque hacia el material realmente relevante para el proyecto siempre mejorará, desde un punto de partida muy amplio, el cual puede incluir libros, revistas, documentación, informes de noticias, etc. y cada vez el estudiante se ceñirá más a artículos específicos que se relacionan con su proyecto. La búsqueda bibliográfica evoluciona a medida que el estudiante se siente más cómodo con el material de que dispone, ya que entiende mejor el tema.

Es importante señalar que, aunque se haya terminado la investigación bibliográfica y ya se este trabajando en el contenido principal del proyecto, seguiremos modificando la bibliografía, hasta el final del proyecto. Esto es inevitable, porque a medida que se avanza, se sigue reuniendo y evaluando material para mantener nuestra comprensión del tema fresca y actualizada.

4.3. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.

Una búsqueda bibliográfica es una “recopilación sistemática de la información publicada relacionada con un tema” (Universidad de Derby 1995). En esta definición hay dos términos importantes, que requieren una explicación más detallada.

El primero es el concepto de “sistemático”. Una búsqueda bibliográfica no debería realizarse de una forma “ad hoc”, sino que debe hacerse desde una perspectiva estructurada y profesional. Leer cualquier cosa que caiga en nuestras manos es aburrido y, desde luego, es una pérdida de tiempo. Por ello, es importante dirigir la búsqueda bibliográfica hacia los artículos o libros relevantes. Por supuesto, cuando se inicia un proceso de búsqueda de bibliografía no se sabe qué material es el más relevante; sin embargo, a medida que se avanza en la investigación, la perspectiva mejora y el cerco se va cerrando sobre el tema que realmente nos interesa. Por tanto, debemos delimitar la búsqueda todo lo posible y saber cuándo detenernos, aunque haya un montón de preguntas que nos gustaría responder antes de centrarnos en el tema principal del proyecto. Hay que insistir en que la búsqueda de bibliografía nunca va a detenerse, ya que siempre se estará recopilando información, paralelamente al desarrollo del trabajo. De hecho poner un punto final a este proceso resulta difícil, pues los nuevos conocimientos siguen fluyendo y cada día aparecen miles de nuevos artículos y las páginas web se renuevan sin cesar. El tutor ayudará a poner este punto final respecto a la información bibliográfica y a la actualización que vaya a recogerse en la memoria.

El segundo término significativo en la definición es el de “publicado”. El material que se recoja debe estar “reconocido”, es decir, no puede consistir meramente en conversaciones de pasillo o en archivos descargados de Internet sin mayores referencias. Los trabajos reconocidos son aquellos que han sido revisados cuidadosamente por expertos antes de su publicación. Es importante hacer notar que son cada vez más frecuentes las publicaciones científicas que sólo son accesibles por Internet. Aunque son revistas jóvenes, y por tanto con menos lustre que las publicaciones que nacieron impresas, no tienen por qué tener un menor nivel de

exigencia y, a este respecto, la publicación digital va a cambiar profundamente la información científica en los próximos años.

Hay también dos “reglas de oro” a recordar cuando se realice una búsqueda bibliográfica:

- El proceso de búsqueda de información puede durar mucho tiempo. Por tanto, hay que empezar lo antes posible y no recopilar material que no esté relacionado con el tema elegido.
- Debemos anotar las referencias completas de cualquier tipo de material que se obtenga. Esto ahorrará tiempo al final del proyecto, pues no habrá que malgastarlo en volver a la biblioteca a buscar los detalles concretos de los artículos que deseemos citar. Además, tener referencias completas siempre es necesario para solicitar préstamos inter-bibliotecarios.

No hay que dejarse abrumar por la enorme cantidad de información existente sobre nuestro tema. Hay que ser selectivo y centrarse en los artículos y libros relevantes para el trabajo y si, a pesar de todo, encontramos demasiada información, quizás el tema elegido sea excesivamente amplio y haya que enfocarlo aún más. De nuevo, éste es un tema a discutir con el tutor.

A menudo, solamente nos interesarán determinados capítulos de un libro o apartados de un artículo. Para decidir si vale la pena leer un libro, obviamente hay que empezar por el título y luego examinar el índice en busca de palabras clave que sean importantes y que se relacionen con el tema elegido. He aquí algunas preguntas que conviene tener en mente antes de empezar la lectura: ¿Es el autor un especialista reconocido en el tema? ¿Está actualizado el libro? ¿Es la última edición? Igualmente cuando se piense en leer u obtener un artículo, de nuevo hay que empezar por el título, y preguntarse si es actual o si ya está superado, leer el resumen, mirar la lista de referencias al final del artículo, comprobar si cita palabras clave relacionadas con el tema de la investigación y si contiene referencias útiles. Además, conviene clasificarlo, en categorías del siguiente tipo: artículo muy técnico, de fácil lectura, de revisión, introductorio o de discusión.

Desde el punto de vista de organización del trabajo, la búsqueda bibliográfica incluye también la obtención de software necesario o útil para el proyecto. Por ejemplo, si el propósito del proyecto es evaluar diferentes herramientas de software en diversos entornos organizativos, habrá que asegurarse de que disponemos de las herramientas a evaluar totalmente actualizadas. Aunque el software que vaya a usarse no es clave para justificar y contextualizar el proyecto, dentro del marco de la revisión bibliográfica, si que será crucial contar con él en el momento oportuno para completar con éxito el proyecto. Así, es importante que busquemos y consigamos este software lo antes posible, en paralelo con la revisión bibliográfica.

Una vez entendidas las etapas que constituyen el proceso de búsqueda bibliográfica, hay que entender la “mecánica” de la búsqueda, que incluye tanto el formato en que puede aparecer la información, como los métodos de búsqueda o de “rastreo” de esta información. Vamos a discutir estos dos aspectos a continuación.

4.3.1 Formato de la información

La información se presenta en multitud de formatos diferentes, unos más accesibles, más reconocidos y mejor valorados “académicamente” que otros. Los siguientes apartados resumen las distintas formas en las que aparece el material bibliográfico. Esta lista no es exhaustiva y para ampliarla el estudiante debería consultar Blaxter et al. (1996:96-101), Saunders et al. (1997:43-47) y Gash (1989).

Libros

Los libros son el punto de partida de cualquier investigación bibliográfica, pues proporcionan una buena base y una visión global adecuada del tema elegido. Sin embargo, hay que tener en cuenta que habitualmente, los libros representan conocimiento ya consolidado y por ello las ideas que presentan, estando habitualmente consolidadas, no son de última actualidad. Además, los libros pueden estar dirigidos a públicos muy diversos y abordar los temas desde un punto de vista muy técnico o más introductorio. Por tanto, debemos asegurarnos de que los libros que consultemos o adquiramos nos proporcionen detalles suficientes sobre el tema elegido. Generalizando, se puede decir que los libros son referencias que proporcionan una base para el inicio de la revisión bibliográfica.

Revistas

Las revistas contienen artículos (generalmente revisados por expertos) de última actualidad y, por tanto, son más difíciles de leer. Lo más inteligente es estudiar los libros para adquirir una base sólida antes de intentar entender los artículos más actuales y las últimas teorías publicadas en revistas. Los artículos de las revistas tienden a ser muy específicos y enfocan sus contenidos hacia aspectos muy concretos del tema. Así, puede suceder que solamente interese una parte de ellos.

A medida que avanzan la investigación bibliográfica y nuestros conocimientos profundicen, tenderemos a utilizar los artículos con mayor frecuencia y, cuando completemos la bibliografía, comprobaremos que muchas referencias lo son a artículos especializados, aunque ello puede cambiar según el tipo de proyecto que hagamos..

Actas de Congresos

Contienen artículos presentados en conferencias nacionales e internacionales. La calidad de estos artículos varía mucho, dependiendo del proceso de revisión que hayan seguido y si sus revisores son expertos reconocidos o no. Las actas de los congresos pueden contener resultados preliminares de investigaciones e ideas que quizás necesiten más maduración y desarrollo. Por tanto, contienen ideas más actualizadas, incluso que las expuestas en revistas, aunque posiblemente necesiten más maduración.

CD-ROM y DVD

Cada vez con mayor frecuencia se presenta el material en forma de CD-ROM y DVD que suelen contener información proveniente de fuentes muy diversas, desde libros a revistas, o actas de congresos. La duplicación, cuando no la sustitución, del

soporte papel por el digital, parece inevitable, ya que permite tener una gran información en un espacio muy reducido.

Informes de empresas

Los informes y documentación elaborados por empresas constituyen, especialmente en Informática, una información muy valiosa tanto desde el punto de vista técnico, como para realizar estudios de casos. Sin embargo, hay que tener mucho cuidado con estos documentos porque puede que la información que presenten sea tendenciosa a favor de la empresa y, además, pueden contener información no utilizable o incompleta, porque la industria no desea que se haga pública.

Tesis

Son las memorias e informes publicados como resultado de trabajos de doctorado. Constituyen una fuente de ideas de actualidad y contienen una serie de valiosas referencias bibliográficas. Son difíciles de conseguir, ya que a menudo sólo están disponibles en la institución donde se llevó a cabo la investigación, pero se pueden obtener a través de préstamos entre bibliotecas.

Manuales

Son una valiosa fuente de información, sobre todo para proyectos informáticos. De hecho, puede ser imposible realizar un proyecto de este tipo sin tener acceso a alguno de estos manuales técnicos. Sin embargo, hay que recordar que se trata solamente de manuales y no de artículos revisados y, por tanto, no hay que usarlos como base para una discusión académica.

Software

Hay que conseguir cuanto antes el software necesario para el trabajo (herramientas, librerías, componentes...), pues no es deseable estar a mitad de proyecto y darse cuenta de que el software que necesitamos ya no está disponible o es muy caro. El software se puede “rastrear” en Internet (usando palabras clave y sitios web de empresas), empresas locales (que pueden estar usando herramientas de software adecuadas) organizaciones profesionales tales como IEEE, ACM, Project Management Institute, etc.) y los llamados Grupos de Interés Especial. Estas organizaciones, mas o menos virtuales, a menudo disponen de direcciones y de individuos o grupos especializados con los que se puede contactar para obtener ayuda e información, tales como revisiones de software sobre herramientas habitualmente usadas en un campo particular de estudio o bases de datos de empresas que suministran software útil para nuestro trabajo.

Internet

Internet aparece como una valiosa fuente de información, pero se debe tratar con extrema cautela, pues podemos perder horas navegando sin encontrar nada de valor y el material que encontremos puede ser poco fiable. Afortunadamente, cada vez existen una mayor cantidad de páginas de información de gran valor; éstas aparecen junto a otras

menos fiables y por ello hay que saber seleccionar. Además, los datos son inestables, en el sentido de que se actualizan y modifican regularmente y, aunque esto pueda parecer algo bueno, puede significar también que la información desaparezca muy rápidamente. Dicho esto, Internet puede ser una herramienta útil de búsqueda para material académico, información de empresas y software, y, a menudo, podemos encontrar también trabajos publicados (artículos de revistas, por ejemplo) que son difíciles de obtener mediante procedimientos normales, como las bibliotecas digitales. Si utilizamos cualquier material procedente de Internet, debemos anotar la dirección completa de la página web para poder referenciarla posteriormente.

Aparte de los formatos indicados anteriormente, también se puede obtener información en forma de videos y microfichas. Hay que tratar estas fuentes de información con el respeto que merecen. Por ejemplo, una revista revisada por expertos y presentada en forma digital o en microfichas es tan valiosa como una revista editada en papel. Un vídeo sobre el tema puede dar una base tan buena y útil como un libro introductorio de texto.

Otras fuentes de información que deberíamos tratar con más atención incluyen cartas, periódicos, revistas generales de informática, documentos de ventas de empresas y programas de televisión. Los periódicos, los programas de televisión y las revistas de informática pueden ser fuente de un material fácilmente accesible, pero de profundidad limitada. Sin embargo, las revistas de informática a menudo tratan aspectos técnicos muy actualizados y dan la opinión de especialistas muy influyentes sobre diversos temas. Las cartas y los datos de ventas de una empresa son material muy limitado.

4.3.2.- Rastrear la información

Ahora que ya conocemos los diferentes formatos en que se presenta la bibliografía, nos podemos preguntar cómo se rastrean estas fuentes de información. El mejor lugar para empezar cualquier búsqueda bibliográfica es la biblioteca de la institución en que se trabaja, a ser posible, tras una charla con el tutor.

A continuación detallaremos algunos ejemplos de material que se puede utilizar para rastrear información sobre el tema que interesa. Esta lista no es ni mucho menos exhaustiva, y el estudiante debería consultar su propia biblioteca y la biblioteca del departamento para ver el material que puedan contener.

INTERNET

Aunque, como se ha dicho anteriormente, hay que ser cauto a la hora de utilizar internet para obtener información, aquí nos referimos al uso de navegadores para acceder a las páginas web. Como sabemos, es imprescindible utilizar algún mecanismo de búsqueda cuando se intenta obtener determinados objetos. Seguramente el estudiante tendrá sus buscadores preferidos y debe utilizarlos de acuerdo con su propia experiencia. En esta fase, entre las páginas web útiles para buscar información, están las producidas por las propias editoriales: por ejemplo, las producidas por Elsevier science, que publican numerosas revistas. Elsevier ofrece un servicio donde se pueden conseguir los contenidos de revistas recientes. Su dirección de Internet es la siguiente:

<http://www.elsevier.nl:80>

A través de la conexión a Internet también se puede acceder a listas de correo y grupos de discusión. Las listas de correo se ofrecen a través de servidores y se establecen para tratar temas concretos. Dando la dirección de e-mail y el tema que nos interesa a un servidor de este tipo, seremos admitidos en la lista de correo. A partir de entonces, recibiremos correos de gente que también está interesada en nuestro tema. Este sistema funciona enviando comentarios, preguntas, puntos de discusión, etc. al servidor, que a continuación los envía a todos los incluidos en la lista de correo. Los mensajes que se envían, o bien están moderados, es decir, revisados por alguien, o bien no, en cuyo caso se envían todos los mensajes.

Los grupos de discusión son similares a tableros de anuncios. Cubren un inmenso abanico de temas que abarca desde temas pertenecientes a áreas de interés académico muy específicas, hasta “chats”. La forma más usual de acceder a estos grupos es a través del navegador. El proveedor de servicios de Internet o los servicios informáticos de la Universidad podrán dar información sobre los grupos que están disponibles y cómo acceder a ellos.

SERVICIOS DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La mayor parte de las instituciones académicas disponen hoy en día de una OPAC (Online Public Access Catalogue), que es un catálogo digital accesible en línea, con toda la información contenida en su biblioteca. La OPAC ofrece maneras muy eficientes de realizar las búsquedas (a partir del nombre del autor, del título o de palabras clave) que superan en mucho a los viejos manuales en papel o a los sistemas de microfichas. También se puede acceder a las OPACs de otras instituciones a través de Internet

Éste es un sector que está en constante evolución y lo que sigue, basado en lo existente en el Reino Unido, se da a modo de ejemplo, de forma que cada estudiante debe pedir más información a su tutor para poder utilizar recursos parecidos a los que describimos a continuación. Por ejemplo, la OPAC de la Biblioteca Británica tiene la siguiente dirección: <http://www.opac97.bl.uk>

En el Reino Unido funciona los BIDS (Bath Information Data Services) una base de datos que contiene resúmenes actualizados y detalles sobre artículos publicados en numerosas revistas científicas y actas de congresos. Este servicio está disponible mediante suscripción previa y se ofrece a partir de una Institución. Se puede acceder a través de Internet a la siguiente dirección: <http://www.bids.ac.uk>

En los BIDS además de un índice de actas de congresos científicos y técnicos, se puede encontrar:

- Bibliografía Nacional Británica: ofrece una lista de todos los libros publicados en el Reino Unido y depositados en la Biblioteca Británica cada año. Está disponible en formato impreso y en CD-Rom.
- Servicio británico de libros en proceso de impresión: una lista de microfichas que contienen todos los libros que están actualmente en imprenta en el Reino Unido.

- Servicio americano de libros en proceso de impresión: una lista de microfichas que contienen todos los libros que están actualmente en prensa en Estados Unidos.
- Libros en impresión en todo el mundo: es un CD-Rom que contiene información de todos los libros recientemente publicados en Estados Unidos, Reino Unido, Europa, África, Asia, etc.
- ASLIB: es un índice anual de tesis doctorales realizadas en el Reino Unido. Ofrece resúmenes de las mismas, ordenados por materias.
- Investigación actual en el Reino Unido: es un catálogo que presenta, atendiendo a la institución, la actividad investigadora que se está realizando en las Universidades británicas. La investigación en informática está englobada en los volúmenes de ciencias físicas. Se publica anualmente.
- Índice de actas de congresos: ofrece un índice de actas de congresos recibidas por la Biblioteca Británica. Está disponible en formato impreso o vía la página web de la Biblioteca Británica.
- Resúmenes de artículos sobre informática: se trata de un catálogo impreso que ofrece resúmenes de artículos publicados en revistas de informática. El catálogo se actualiza cada seis meses y está disponible vía Internet en: <http://www.anbar.co.uk:compabs>
- Selección de artículos sobre informática: es un CD-Rom que contiene artículos completos publicados mensualmente en determinadas revistas de informática.
- ULRICHs: es un directorio internacional que contiene detalles de revistas publicadas en todo el mundo.

Préstamos inter-bibliotecarios

Es muy probable que nuestra biblioteca no tenga los libros o artículos que necesitamos. En este caso, conviene saber que nuestra institución puede obtener material de otras instituciones, mediante el sistema de préstamos entre bibliotecas. Sin embargo, el sistema tiene tres problemas:

- Es caro, y a menudo los estudiantes tienen que pagar por él.
- Se tarda algún tiempo (a veces demasiado) en recibir el artículo encargado.
- No podemos retener el material solicitado durante mucho tiempo (habitualmente una o dos semanas).

Algunos consejos para buscar bibliografía

- Anotar todas las referencias de la información que se utiliza.
- Utilizar artículos y libros como ayuda en nuestra búsqueda.
- Referenciar correctamente desde el principio (ver capítulo 6).
- Saber cuándo hay que parar, o al menos, cuándo hay que pasar a la siguiente fase del proyecto. El estudiante deberá controlar este tiempo, a partir de la planificación que ha realizado para su proyecto y de los límites que se ha impuesto en la investigación.
- Tener un sistema para organizar y catalogar el material que se lee (en el siguiente apartado se explica cómo gestionar esta información).

- Leer las publicaciones de expertos reconocidos en el tema así como los textos clásicos, es decir, de aquellos que realizaron las teorías y resultados fundamentales del campo que se estudia.
- Empezar con una búsqueda amplia antes de dirigirla hacia aspectos más concretos. No hay que buscar directamente los artículos más recientes y complicados, ya que el estudiante puede verse desbordado por su aparente complejidad.
- Recurrir al tutor.

4.4 GESTIONAR LA INFORMACIÓN.

Está muy bien recopilar un montón de artículos y de libros relacionados con el tema que se estudia, sin embargo, dependiendo del tamaño del proyecto y de la profundidad de la búsqueda de bibliografía que se ha realizado, el estudiante corre el riesgo de encontrarse pronto sumergido en un mar de artículos y libros. Algunas personas consiguen trabajar bien en estas condiciones y son capaces de encontrar el artículo que buscan bajo una pila de papeles sobre la mesa. Se debe tener algún método de gestión y control de la información recopilada, para evitar perder de vista los artículos importantes y perder referencias que se necesitarán en el futuro. Esta sección incluye algunos consejos e ideas para ayudar a manejar los artículos, los libros y las referencias que hemos obtenido. Para profundizar en el tema se puede consultar Orna y Stevens (1995).

La mejor manera para comenzar a gestionar la información es usando un mapa de investigación, un árbol de relevancia o un diagrama reticular, ya que son básicos como ayuda tanto para identificar los temas que nos interesan, cómo estos se relacionan entre sí. Además, el modelo se puede emplear también para ordenar artículos y libros. Es conveniente ordenar los artículos fotocopiados y las propias anotaciones que hemos realizado en separadores plastificados y correctamente etiquetados. De esta manera podremos agrupar rápidamente la información relevante, para las distintas partes del proyecto.

También conviene establecer un sistema de índices que incluya información sobre cada artículo y libro leído. Aunque algunos autores recomiendan que se realice un sistema manual de índices basados en fichas, hoy en día (especialmente para estudiantes de informática), es mucho mejor utilizar alguna herramienta informatizada para esta tarea, ya que es más rápido, menos engorroso y la información está disponible en un formato utilizable para las diversas partes del proyecto, en particular a la hora de escribir la memoria final, además de que podemos actualizar nuestros recursos informativos muy fácilmente.

Existen una gran cantidad de paquetes de software diseñados para gestionar las referencias. Vamos a citar algunos ejemplos: Reference Manager 1.5 para Macintosh, Nineveh para Windows, y REFSIST 2.0 para DOS. Estos paquetes están disponibles libremente (versión shareware) en direcciones como <http://www.hensa.ac.uk>. Además, hay paquetes de software comerciales, como el Reference Manager para Windows <http://www.rising.com>.

Conviene almacenar las referencias en el formato adecuado desde el principio, para poder modificarlas fácilmente e incluso utilizarlas después de haber completado el proyecto. También es una buena idea anotar la forma cómo hemos accedido a cada artículo por primera vez, es decir, si estaba referenciado en otro artículo o simplemente lo conseguimos por casualidad, cuando consultábamos el catálogo de una biblioteca.

Cuando leamos artículos hay que subrayar las frases más importantes, utilizando rotuladores fosforescentes. Podemos utilizar el color verde para señalar las referencias útiles, el naranja para explicaciones de temas clave, el rosa para nuevas ideas o nuevas contribuciones y el azul para señalar contradicciones o argumentos a favor de nuestras ideas. En los libros podemos utilizar pegatinas para encontrar rápidamente las páginas importantes y para anotar brevemente sobre el propio libro los aspectos clave.

Otra idea útil es tomar breves notas en la primera página de los artículos y dentro de ellos, y redactar un breve resumen del artículo, lo que nos ahorrará el trabajo de tener que releer todo el artículo seis meses después, cuando se quiera incorporarlo al informe final y ya se haya olvidado de lo que trataba.

Aunque no hemos estudiado exhaustivamente el tema de la gestión de información, lo visto hasta ahora constituye un resumen de las técnicas habituales que usan las personas que llevan años dedicados a la investigación.

4.5 EVALUACIÓN CRÍTICA

Normalmente, cuando la gente escucha o lee la palabra “criticar” cree que se emplea en un sentido negativo, es decir, que se trata de encontrar fallos o carencias en lo que se analiza. Sin embargo, evaluar críticamente un artículo no tiene ningún sentido peyorativo, ya que significa más que buscar posibles fallos; de hecho, éste no es el propósito principal de la evaluación crítica. Cuando leamos un artículo o un libro, debemos hacernos algunas preguntas para averiguar si debemos, y en su caso en que forma, podemos utilizarlos en el proyecto:

- ¿Qué tipo de artículo es? Un artículo de revisión, de evaluación, de exposición de teorías, un artículo práctico, un estudio de casos, etc.
- ¿Qué se puede extraer del artículo? Ideas, técnicas, etc.
- ¿Está el autor bien reconocido en su área? ¿Es una autoridad en el tema?
- ¿Qué contribución realiza el artículo? ¿De qué tipo es esta contribución? ¿Puede integrarse en el proyecto? Si esto es así, ¿de qué manera?
- ¿Cómo se engloba el artículo en el contexto del proyecto? ¿Cómo podría justificar el contexto del proyecto? ¿Cuál es la importancia del artículo en su campo y en el del proyecto? ¿Clasifica y resume su campo de una forma más clara o lógica de lo que se ha hecho hasta ahora?
- ¿Derivan las conclusiones lógicamente del trabajo que se ha presentado? ¿Son lógicos los argumentos? ¿Están bien entrelazados? ¿Están apoyados o discutidos por el trabajo de otros? ¿Hay otras conclusiones consistentes con la discusión?

- ¿Se puede diferenciar los hechos de la opinión? Si hay opiniones en el artículo, ¿se está de acuerdo con ellas? ¿hay otros autores que apoyan de forma lógica estas opiniones?
- ¿Qué impresión se tiene de lo que se ha leído? ¿Estamos de acuerdo con las afirmaciones que se realizan? ¿Existe algún contra-argumento?
- ¿Contradice el artículo otros puntos de vista? ¿Cómo se relaciona el artículo con otra bibliografía de su campo?
- ¿Qué referencias usa el artículo? ¿Son apropiadas, relevantes y actualizadas? ¿Qué referencias se podrá usar para el proyecto? ¿Ha sido citado el artículo por otros autores?
- ¿Son los argumentos del autor aplicables sólo en ciertos casos o pueden tener una aplicación más general?
- ¿Se pueden utilizar los resultados del artículo en el proyecto?

Rudentam y Newton (1992:50) sugieren algunos puntos adicionales que habría que considerar cuando se lee y evalúa un artículo. Estos autores ordenan sus puntos en cinco áreas fundamentales: conceptualización, marco teórico e hipótesis, diseño de la investigación, resultados y discusión, y resumen. Podemos añadir algunas preguntas a las formuladas anteriormente, que son aplicables a proyectos informáticos:

- ¿Cuál es el problema principal que se está investigando?
- ¿Se está probando una hipótesis o pregunta, claramente formulada?
- ¿Qué tipo de diseño o metodología se emplea? ¿Es adecuada y fiable?
- ¿Se han utilizado los algoritmos y las técnicas estadísticas correctamente? ¿Se pueden emplear las mismas técnicas en el trabajo? ¿Cuáles son las limitaciones de dichas técnicas?
- ¿Se ha elegido bien el sistema de medida, el tamaño de las muestras y los datos recogidos?
- ¿Se han considerado factores o variables externas?
- ¿Se pueden generalizar estos resultados? ¿En qué medida puede estar limitada esta generalización?
- ¿Se discuten las implicaciones de los resultados?
- ¿Cuál es la impresión que tenemos acerca de si el artículo explica el problema y contribuye a lo que está haciendo, de una manera adecuada?

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, el estudiante comprenderá que la evaluación crítica es algo más que entender el tema que se estudia y aprender de memoria alguna de sus partes. Leer y entender lo que se ha leído es solamente la primera parte del proceso. Además, hay que conocer sus limitaciones, sus contradicciones, sus áreas de desarrollo y los callejones sin salida que pueda tener. El punto crucial de la evaluación crítica es pensar sobre lo que se está leyendo. Blaxter et al. (1996:106) definen la evaluación crítica de la siguiente manera:

“Una lectura crítica es algo:

- Que va más allá de la mera descripción, y que incluye opiniones y una respuesta personal sobre lo que se ha leído.
- Que relaciona diferentes escritos entre sí.
- Que considera los trabajos de investigación como algo que se puede poner en duda, y que plantea puntos de vista y posiciones alternativas.”

El uso de estos puntos, mientras se lee y se interpreta el material, asegura que estamos desarrollando una comprensión profunda y no superficial del tema que nos interesa.

4.6 ESCRIBIR REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS.

Ahora que ya se ha evaluado críticamente el conocimiento y la bibliografía referente a nuestra área de trabajo, ¿cómo se presenta el conocimiento adquirido sobre este campo y cómo se establecen los cimientos del proyecto usando la información obtenida?

Para Borg y Gall (1989, citado por Saunders et al 1997:39) los objetivos de una revisión bibliográfica son los siguientes:

- Clarificar las preguntas que se plantean y los objetivos.
- Destacar las posibilidades que ofrece el tema a la investigación.
- No repetir el trabajo de otros.
- Encontrar los métodos de investigación que pueden resultar útiles cuando se apliquen al trabajo a llevar a cabo.

Basándose en estos puntos, una revisión bibliográfica debe ofrecer “un argumento coherente que conduzca a la descripción del estudio propuesto”, Rudestand y Newton (1992:47). Esto se consigue consultando la bibliografía más clásica y la actual en el campo de estudio, e implica una discusión sobre las omisiones que se hayan encontrado (Saunders et al. 1997). El estudiante tendrá muchas dificultades para alcanzar estos objetivos si se limita solamente a leer y estudiar artículos y libros relacionados con el proyecto, por ello el proceso de revisión bibliográfica se desarrolla a partir de la evaluación crítica y de la comprensión de la bibliografía relevante.

Hay que usar las referencias para apoyar los argumentos cuando sea conveniente, y no para completar el informe, además de poner de manifiesto lo que hemos leído (o que, al menos, hemos encontrado) en algunos textos clave.

No hay reglas específicas e infalibles que se puedan aplicar para escribir una perfecta revisión bibliográfica, ya que es algo que se mejora con la práctica. Sin embargo, Saunders et al. (1997:40) enumeran tres formas posibles de presentar las revisiones bibliográficas:

- Como un capítulo separado.
- Como una serie de capítulos.
- Como contenido dentro del informe.

En un Proyecto Fin de Carrera no conviene (a menos que el proyecto consista, en su totalidad, en una revisión de bibliografía) dedicar varios capítulos a la revisión bibliográfica. No tendremos ni tiempo ni información suficiente para ello. Es más corriente dedicar sólo un capítulo, o bien, escribir las referencias al final de cada capítulo.

Hay que recordar que una revisión bibliográfica::

- No es un informe que enumera todos los artículos y libros que hemos leído, sean relevantes o no. Hay que ser selectivo en lo que se cita.
- No hay que dedicar una página o párrafo a cada artículo, sino simplemente resumir su contenido. Haywood y Wragg (1982:2) se refieren a esto como “el catálogo para la venta de muebles, en el cual todo merece un párrafo, sin importar ni distinguir las habilidades que hemos necesitado para escribir cada parte”.

Quizás la mejor manera de entender cómo hacer una revisión bibliográfica sea mediante un pequeño ejemplo.

Una red neuronal artificial para modelar la evolución de las precipitaciones atmosféricas

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró los años 90 como Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales, con el propósito de informar sobre la predicción, prevención y mitigación de desastres naturales (WMO 1992). Destaca en este programa el desarrollo de sistemas de predicción de inundaciones. Estos sistemas han evolucionado mediante avances en la modelización (Wood y O'Connell 1985; O'Connell 1991; Lamberti y Pilati 1996), la instalación de telemetría y equipos de visualización de campo en lugares críticos de la red de drenaje (Alexander 1991), el uso de satélites y radares en la localización de lluvias torrenciales (Collier 1991), y mediante el ajuste de los sucesivos modelos y datos de precipitaciones (Georgakakos y Foufoulageorgious 1991; Franchini et al. 1996); sin embargo, en la práctica, los sistemas de predicción de inundaciones en tiempo real dependen a menudo de la integración eficiente de todas estas actividades por separado (Douglas y Doxon 1987). Bajo los auspicios de la Organización Mundial de Meteorología (1992) se ha desarrollado una serie de proyectos para comparar las características y rendimiento de varios modelos operativos y la actualización de sus procedimientos. De una comparación reciente entre ellos se concluye la necesidad de contar con modelos más robustos de simulación para conseguir mejores resultados en períodos de tiempo más largos, incluso cuando van acompañados por un procedimiento de actualización eficiente.

El atractivo del uso de las redes neuronales artificiales (RNA) para la predicción de inundaciones es triple. Primero, las RNA representan cualquier función arbitraria no lineal mediante un entrenamiento lo suficientemente complejo de la red. Segundo, las RNA pueden encontrar relaciones entre diferentes muestras de entrada y, si es necesario, pueden agrupar las muestras de una forma similar a las técnicas clásicas de análisis de agrupaciones. Finalmente, y quizás sea éste el aspecto más importante, las RNA son capaces de generalizar una relación en un pequeño subconjunto de datos y se mantienen relativamente robustas ante la presencia de ruido o de entradas incompletas y pueden adaptarse o aprender en respuesta a entornos cambiantes. Sin embargo, a pesar de estas ventajas potenciales, no se han utilizado mucho en hidrología y en disciplinas afines. Por ejemplo, French et al. (1992) utilizaron una red neuronal para predecir la

intensidad de la lluvia en el espacio y el tiempo, y Raman y Sunilkumar (1995) usaron una RNA para sintetizar series temporales sobre las entradas de agua en una cuenca del sur de la India.

En particular, el uso de RNA para predecir inundaciones es un campo que está todavía por explorar. Hasta ahora, la mayor parte del trabajo en este tema ha sido de contenido básicamente teórico, concentrado en el funcionamiento de las redes neuronales sobre datos de lluvia simulados (Minns y Hall, 1996). Sin embargo, estas perspectivas teóricas tienden a simplificar las dificultades que existen al aplicar datos reales a topologías de redes neuronales. Hall y Minns (1993) aplican también redes neuronales a pequeñas áreas urbanas. Sin embargo, su discusión se limita al rendimiento de una RNA sobre un pequeño número de acontecimientos.

Este artículo trata de dar un paso más allá, discutiendo cómo habría que desarrollar las RNA y como usarlas con datos hidrológicos 'reales'. Se analizan los problemas que resultan de aplicar una red neuronal para modelizar la pluviosidad y se demuestra la efectividad de las redes neuronales en este caso. Se aplica una red neuronal a la simulación de inundaciones en el Reino Unido, y se evalúan las perspectivas de uso de RNA en la predicción de inundaciones en tiempo real. Finalmente, se aportan algunas sugerencias relacionadas con la necesidad de perfeccionar la redes existentes antes de transferirlas para su uso operativo.

Nótese que en esta revisión bibliográfica comenzamos justificando el contenido del artículo con referencia al informe de la WMO y continuamos mostrando la evolución del área de conocimiento a lo largo de los años. Las revisiones de bibliografía a menudo emplean este tipo de perspectiva enfocando el tema de interés mediante la ordenación cronológica de la bibliografía sobre el tema. La revisión pasa ahora a explicar algo más del área de estudio, estableciendo un escenario de la situación para el lector, antes de centrarse, más concretamente, en algunos desarrollos recientes en investigación dentro del campo. La revisión bibliográfica concluye destacando las limitaciones actuales en el área escogida, justificando una vez más la relevancia del artículo que muestra cómo es posible llenar estos huecos.

En resumen, la revisión evoluciona a lo largo del desarrollo del proyecto y no se puede hacer después de haber leído sólo algunos artículos sobre el tema. Aunque no se divida la revisión bibliográfica en secciones específicas, ésta debería justificar implícitamente la existencia del proyecto (evaluando críticamente la investigación pasada y actual realizada en el campo), situándolo en un contexto más amplio y analizando y ordenando la bibliografía relevante. En otras palabras, la revisión bibliográfica constituye los cimientos del proyecto.

4.7 RESUMEN

- La investigación bibliográfica ayuda a englobar el proyecto en un contexto más amplio y a justificar su contenido.
- La investigación bibliográfica se compone de dos partes principales: la búsqueda de bibliografía (que depende de la habilidad para gestionar la información que se recopila) y la revisión bibliográfica (requiere una

comprensión crítica de dicho material). Estos procesos se realizan periódicamente cada cierto tiempo e incluso paralelamente uno con otro.

- La investigación bibliográfica continuará a medida que avance el proyecto. Debe consolidarse y depurarse, asegurándonos de que en su redacción final el proyecto queda actualizado.

4.8 BIBLIOGRAFÍA