

---

## **Investigación científica y tesis doctorales en Educación Matemática: consideraciones generales**

### **1.1.- Introducción**

En el presente capítulo se expone una sucinta revisión de los aspectos fundamentales que caracterizan la investigación científica y los trabajos y tesis doctorales. Dado el carácter general e introductorio del mismo, en el que se utiliza un lenguaje divulgativo y sencillo y se incluyen opiniones a un nivel elemental que deben ser cuestionadas y matizadas en una fase posterior de profundización, sólo se aborda una primera aproximación a los principales términos y definiciones, remitiendo al lector a los restantes capítulos y a la bibliografía básica y complementaria que se incluye en cada apartado y al final del capítulo para una información más completa. Asimismo no se tratan o se tratan de pasada los aspectos más conflictivos, dado que en su mayoría requieren de un nivel de análisis que excede los propósitos del capítulo.

El contenido se distribuye entre los siguientes temas: el conocimiento científico, ciencia y epistemología; el método científico; el área problemática y el problema de investigación; investigación secundaria: información y documentación; investigación primaria: diseño, trabajo de campo y análisis de datos; el informe de investigación; la Tesis Doctoral y el Proyecto de Tesis; la evaluación de la investigación. Este contenido se ilustra, en algunos casos, con ejemplos de investigaciones en Educación Matemática y se complementa con ejercicios, lecturas y otras actividades que se procurará que estén relacionadas, dentro de lo posible, con temas y aspectos concretos de especial interés en el campo de la investigación en Educación Matemática. Precisamente uno de los objetivos de este primer capítulo es el de conseguir que los doctorandos empiecen a trabajar, individualmente o en grupo, sobre los aspectos generales y primeros planteamientos de un trabajo de investigación acerca de un tema concreto de interés personal, lo que no quiere decir, aunque es una posibilidad que no excluimos, que esta primera toma de contacto sea el inicio formal de la tesis doctoral.

### **1.2.- Conocimiento científico, Ciencia y Epistemología**

Resumen esquemático ampliado, estructurado y comentado a partir, entre otros, de los siguientes textos: Skemp, R. (1980).- Psicología del aprendizaje de las Matemáticas. Morata; Bunge, M.(1980).- Epistemología. Ariel; Piaget, J. (1979).- Tratado de Lógica y conocimiento científico: Epistemología de la Matemática. Paidós; Sierra Bravo, R. (1994).- Tesis doctorales y trabajos de investigación científica. Paraninfo.

### **El conocimiento en sentido amplio**

Es el resultado de un proceso en el que se establecen unas ciertas *relaciones* entre un *objeto* a conocer y un *sujeto* que conoce. Dichas relaciones, poseen a su vez unas *estructuras o formas* que condicionan tanto el proceso como el resultado.

Ejemplos.- “La trucha es un pez”; “los cuerpos se atraen en razón directa a sus masas y en razón inversa al cuadrado de sus distancias”.

- objetos: trucha, pez, cuerpo, masa, distancia.

- relaciones, estructuras o formas: clases, inclusión de clases; relaciones, funciones, números y métrica.

- actividades del sujeto: clasificar; establecer relaciones y cuantificarlas métricamente.

En todo proceso de conocimiento:

- el objeto es estudiado por la ciencia correspondiente

- el sujeto y sus actividades es estudiado por la Psicología

- las estructuras o formas son estudiadas por la Lógica

- las relaciones entre los tres factores anteriores, son objeto de estudio de la Epistemología.

### **Sujeto epistémico y sujeto individual**

Se conoce como *sujeto epistémico* a lo que hay de común en cuanto a conocimientos, capacidades y estructuras intelectuales en todos los sujetos de un mismo nivel de desarrollo con independencia de las diferencias individuales.

El *sujeto individual* por el contrario, se refiere a lo que en conocimientos y estructuras intelectuales corresponde a cada individuo teniendo en cuenta las características que lo diferencian de los demás.

El conocimiento se gesta y se produce en el sujeto individual, alcanzando al sujeto epistémico cuando se difunde y universaliza, pasando a ser patrimonio común de todos los individuos de un nivel de desarrollo determinado.

### **Validez de los conocimientos. El conocimiento científico**

Un conocimiento tiene la entidad de científico cuando es validado, reconocido y aceptado universalmente, lo cual suele ocurrir cuando, con la información de que se dispone, no hay motivos para desestimarlos o argumentos científicos para rebatirlo.

La validez puede ser: formal, cuando la estructura está de acuerdo con las leyes de la lógica formal, o experimental, cuando cualquier repetición del fenómeno en las mismas condiciones, conduce a los mismos resultados.

La característica fundamental del conocimiento científico : la búsqueda de una objetividad

cada vez más profunda por un doble movimiento de adecuación al objeto a conocer y de descentralización del sujeto individual en la dirección del sujeto epistémico.

El conocimiento científico es uno de los diferentes tipos de conocimiento a los que tiene acceso el ser humano. La fuente de dicho tipo de conocimiento es la investigación científica y la ciencia se puede definir, en sentido estricto, como un conjunto sistemático de conocimientos sobre la realidad, obtenidos mediante el/los método(s) científico(s). Son cuatro los elementos que configuran la naturaleza de la ciencia: contenido, campo de actuación, procedimiento y carácter compartido.

- contenido: conjunto de conocimientos en forma de conceptos y enunciados interrelacionados entre sí formando teorías;

- campo de actuación: en sentido estricto, el constituido por la realidad;

- procedimiento: la ciencia utiliza lo que se conoce como “método científico” en sus múltiples variantes, que se puede caracterizar como un *plan de indagación rigurosa, sistemática y realizada con una actitud honrada.*

- el conocimiento científico es un conocimiento compartido por una comunidad que es la que lo reconoce y acepta como tal.

El objetivo fundamental de la ciencia es analizar y explicar la realidad, es decir, conocerla; en segundo lugar, y como consecuencia del fin anterior, la ciencia pretende predecir y actuar sobre dicha realidad para transformarla en un sentido determinado. A este respecto hemos de decir que la investigación científica no es aséptica; a menudo se realiza de acuerdo con unas finalidades e intereses que trascienden el mero interés científico y que no comparten muchos investigadores.

Pero amplíemos un poco más el horizonte de análisis, ya que los aspectos tratados anteriormente se encuentran inmersos en el dominio de la Epistemología, al que hemos de remitirnos inevitablemente siempre que hablemos de la investigación científica.

### **Definiciones de Epistemología**

- Definición ortodoxa general: La Epistemología es la rama de la Filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico.

- Definición elaborada: La Epistemología es el estudio de la constitución de los conocimientos válidos, entendiéndose dicha constitución desde el punto de vista de las condiciones de acceso al conocimiento, así como de las condiciones propiamente constitutivas. Es decir, la Epistemología trata sobre:

- a) La constitución o formación de los conocimientos

(diversos tipos de conocimientos cuyas características y condiciones en juego son distintas

- b) válidos

(conocimientos científicos, objetivos, con una validez formal o experimental)

- c) abarcando tanto las condiciones de acceso

(el acceso a los conocimientos se puede dar a través de la invención o creación (racionalismo) (actividad del sujeto), del descubrimiento (empirismo) (algo que ya existía), o de

una mezcla de los dos (estructuralismo, constructivismo, epistemología genética), interviniendo en dicho proceso tanto las peculiaridades de los objetos, como las condiciones de hecho del sujeto y del contexto sociocultural).

d) como las de formación o constitución de dichos conocimientos

(condiciones formales o experimentales de validez; condiciones de hecho tanto del objeto a conocer como del sujeto en la relación cognoscitiva (naturaleza del objeto, ideología y nivel de conocimientos del sujeto, instrumentos auxiliares de medida, etc.)).

- Definición en el sentido de Piaget (Epistemología Genética): La Epistemología es el estudio de la evolución de los estados de menor conocimiento a los estados de conocimiento más avanzados.

La Epistemología se ocupa, por tanto, de los siguientes problemas:

a).- Proceso de construcción-creación del conocimiento científico. Fuentes del conocimiento y métodos para llegar a él.

b).- Validación e interpretación del producto científico. Cuál es la esencia de la verdad.

c).- Naturaleza y existencia del conocimiento científico. Cuál es el objeto del conocimiento; cuáles son los límites de la cognición; cuáles son las relaciones del conocimiento científico con la realidad.

### **Principales tendencias**

Las principales tendencias en epistemología se pueden situar en el continuo:

RACIONALISMO ----- EMPIRISMO

La razón es el único órgano de conocimiento

al conocimiento se accede a través de los sentidos

Para el racionalismo, la facultad de la razón es un rasgo innato de la mente humana, mediante la que se pueden percibir verdades "a priori" independientemente de la observación y la experiencia.

Para el empirismo, todo conocimiento exceptuando el conocimiento matemático, es fruto de la experiencia y la observación. Las matemáticas son un engorroso contraejemplo; si las matemáticas dan cuerpo a un conjunto de conocimientos independientes de la percepción sensorial, el empirismo es inadecuado para explicar la totalidad del conocimiento humano. Esta situación persiste aún hoy día, tratándose de paliar mediante la consideración "cuasi-empirista" de Lakatos y otros autores.

### **Problemas y ramas de la Epistemología**

El problema central de la Epistemología se puede resumir en las siguientes ideas: el conocimiento, ¿es un mero registro de datos ya organizados en un mundo exterior físico o ideal?, ¿es construido y creado activamente por el sujeto?, ¿cómo son posibles las ciencias?.

Desde un punto de vista más detallado, aunque igualmente general, los principales problemas y las ramas de la Epistemología que se ocupan de ellos, son los siguientes:

---

- Problemas lógicos.

Ejemplos: ¿Que relaciones formales y estructurales hay entre dos teorías dadas?; ¿cuál es la lógica subyacente a una teoría científica determinada?, ¿cuáles son las diferencias formales con otra?, etc.

La Lógica de la ciencia trata sobre las estructuras lógicas de las teorías científicas, los problemas lógicos y metalógicos de una ciencia y las relaciones entre diferentes tipos de lógica dentro de una ciencia y entre ciencias diferentes.

- Problemas semánticos.

Ejemplos: ¿cuál es el contenido de una teoría?; ¿en que consiste la interpretación de una teoría?, ¿Que relación hay entre el significado y la representación de un concepto?, etc.

La Semántica de la ciencia trata sobre la representación, el contenido, la interpretación, etc. de los conceptos y teorías que aparecen en la investigación científica.

- Problemas gnoseológicos (noseológicos).

Posibilidad, límites y validez, origen y naturaleza del conocimiento. En la relación cognoscitiva, ¿cuál es el factor determinante: el objeto o el sujeto?; ¿cuál de los dos factores es el decisivo: experiencia o razón?. Antiguamente, coincidía con lo que hoy entendemos como Epistemología. Hoy día, la Noseología o Teoría del conocimiento, se ocupa fundamentalmente de las relaciones entre el sujeto epistémico y el objeto del conocimiento.

Las posiciones extremas racionalismo-empirismo (acceso al conocimiento) y realismo-idealismo (“locus” del conocimiento), situadas en un continuo, son doctrinas de tipo noseológico.

- Problemas metodológicos.

Ejemplos: ¿Como puede medirse el grado de confirmación de una hipótesis o de una teoría?; ¿cuáles son las principales diferencias metodológicas entre dos ciencias?, etc. La Metodología de la ciencia, trata sobre el método general de la investigación científica así como sobre los métodos y técnicas particulares de cada ciencia.

- Problemas ontológicos.

Ejemplos: ¿Que son los objetos de una ciencia?; ¿Que tipo de existencia tienen?, etc. La Ontología de la ciencia, estudia la naturaleza de los objetos de dicha ciencia en cuanto tales.

- Problemas axiológicos.

Ejemplos: ¿cuáles deben ser los fines de la investigación científica?, ¿cuáles las preferencias?, ¿que factores determinan dichas preferencias?, etc. La Axiología de la ciencia, estudia el sistema de valores de la comunidad científica y de la orientación de las investigaciones.

- Problemas éticos.

Ejemplos: ¿La ciencia es éticamente neutral?; ¿cuál sería un código moral mínimo para la comunidad científica?; ¿que relación hay entre los valores cognoscitivos de la ciencia y los valores morales?, etc. La Etica de la ciencia trata sobre las normas morales que cumplen o quiebran los investigadores.

- Problemas estéticos.

Ejemplos: ¿Cuando se dice de una teoría que es bella?; ¿en que consiste el estilo de un investigador?, etc. La Estética de la ciencia trata sobre los valores y cánones estéticos de la investigación científica.

### **1.3.- El método científico**

La palabra investigación procede etimológicamente de los términos latinos “in” (en, hacia) y “vestigium” (huella, pista). Genéricamente cuando hablamos de investigación nos referimos a toda actividad humana orientada a descubrir algo desconocido.

Existen varios tipos de investigación. La investigación científica se distingue de las demás por la utilización de un método o procedimiento, el científico, que es complejo, planificado y técnico. La investigación científica es, por tanto, aquélla actividad investigadora que se realiza utilizando el método científico; en otras palabras podemos decir que es la actividad investigadora que utiliza la "indagación disciplinada" (Cronbach y Suppes, 1969) o, en otras palabras, que utiliza un “procedimiento sistemático para dar respuesta válida a preguntas relevantes”, o bien, “para dar respuestas rigurosas y significativas a preguntas fecundas” (Fernández, A., 1995).

#### **Rasgos comunes a cualquier método de investigación (a su vez constituyen criterios para evaluar la bondad metodológica de un trabajo de investigación)**

(documento base: Fernández, A., 1995; comentarios y ampliación de González Marí, J. L.)

- 1.- Replicabilidad (el estudio puede repetirse fielmente desde el principio hasta el final);
- 2.- Imparcialidad (el informe se basa en el rigor de la evidencia o del razonamiento);
- 3.- Fiabilidad (escrupulosidad, rigurosidad y pulcritud en cada paso; precisión, estabilidad y constancia);
- 4.- Validez (grado de exactitud o nivel de evitación de fuentes de error o de exclusión de hipótesis rivales y otras amenazas);
- 5.- Consistencia empírica (fundamentación en la evidencia empírica y en la naturaleza de los datos);
- 6.- Flexibilidad (capacidad de adaptación a condiciones particulares sin pérdida de características);
- 7.- Generalizabilidad (transferencia a situaciones similares);
- 8.- Publicidad (capacidad de resistir el análisis y la crítica por parte de la comunidad científica).

Para una información exhaustiva sobre algunas de las características anteriores, nos remitimos a Rincón, D.; Latorre, A. y otros (1995, cap. 1 y 2).

Otros rasgos del método científico, tratados por Sierra, R. (1994, cap. 1), son los siguientes:

- el método científico es **teórico-empírico** o, también, **circular** (siempre hay una teoría referente, marco en el que se realizan las preguntas y se formulan las hipótesis, y unas fuentes de información empíricas o experimentales; el proceso atiende a ambos aspectos yendo de uno al otro y viceversa);

- 
- es a la vez **inductivo y deductivo**;
  - es **autocrítico** y sujeto siempre a revisión;
  - es **analítico-sintético**;
  - es **selectivo** (relevancia de la información, significatividad, profundidad y trascendencia);
  - pretende ser **preciso, exacto y ausente de vaguedades**.

Las características reseñadas anteriormente están relacionadas con el *carácter científico de una investigación*, basado, según Sierra R. (1994, pág.48), en los siguientes aspectos:

- que trate sobre un problema bien definido y relacionado con la realidad;
- que sea refutable, bien empíricamente, o bien mediante discusión y valoración crítica;
- que se sustente en un marco teórico;
- que proponga soluciones originales y las someta a prueba o crítica;
- que amplíe y mejore efectivamente los conocimientos de la realidad;
- que sea replicable.

Los rasgos o características generales del método científico relacionados anteriormente, sirven de base, con ligeras modificaciones, para la evaluación de los trabajos de investigación científica (Fernández, A., 1995, b). En el presente capítulo dedicamos un apartado a la evaluación, en el que se incluye, a título ilustrativo, el análisis de la revisión crítica realizada a un informe concreto de investigación. El carácter exigente de dicha revisión y el interés especial en resaltar los aspectos negativos del trabajo (en el sentido de crítica constructiva) creemos que aportan una visión complementaria que ayudará a entender los conceptos y definiciones que se abordan en la mayor parte del capítulo.

#### **Fases comunes a todos los métodos de investigación (esquema general del método científico y, consecuentemente, de cualquier trabajo de investigación científica)**

(documento base: Fernández, A., 1995; se incluyen algunos comentarios y matizaciones)

**1º.-** Planteamiento del **problema** (pregunta o cuestión, suscitada por curiosidad o por necesidad de resolver un problema, a la que se trata de dar respuesta) y definición de términos;

**2º.-** Revisión de los **antecedentes** e información disponible (intento de obtención de respuesta momentánea a partir del conocimiento ya disponible);

Estos dos primeros pasos se pueden, y a veces se deben, realizar simultáneamente. Esta consideración simultánea puede ahorrar tiempo y esfuerzo, factores también importante en la investigación científica.

**3º.-** En caso negativo, preparación de un plan para obtener la respuesta. En esta preparación se delimita un **marco teórico** de referencia (bien uno ya existente o bien se construye "ad hoc") en el que se sitúan los conocimientos disponibles y, si es posible, las **conjeturas o hipótesis** (respuestas provisionales sin evidencia que las justifique) que emanan de

dicho marco teórico. En el caso en que se puedan enunciar una o varias hipótesis estamos ante un *estudio confirmatorio*; en caso contrario (que no haya una respuesta clara, ni siquiera provisional) se tratará de un *estudio exploratorio* que se centrará en el análisis exhaustivo de la complejidad del caso;

4°.- Elaboración de un **diseño** o estrategia resolutoria contemplando, entre otros aspectos, la muestra, las variables, los instrumentos de recogida y de análisis de datos, los controles que eviten las fuentes potenciales de error, etc.;

5°.- Desarrollo práctico del diseño mediante un **trabajo de campo** con el que recoger las evidencias necesarias;

6°.- **Análisis de los datos** y/o las evidencias recogidas; se trata aquí de obtener una respuesta al problema y/o decidir cual es la mejor respuesta;

7°.- Elaboración de un **informe** que de sentido a la respuesta obtenida y permita publicar y difundir el trabajo entre los miembros de la comunidad y demás personas interesadas.

Sierra, R. (1994, pág. 34 y sigtes.) también tiene en cuenta todos los aspectos considerados anteriormente, si bien los considera desde un punto de vista un poco más estructurado; establece tres fases en todo proceso de investigación, de las que excluye el planteamiento del problema y la definición de términos (fase 1 de Fernández, A.): documentación, investigación empírica y exposición.

La primera fase que llama de “documentación” o de “investigación secundaria” incluye las búsquedas documentales, la lectura de los documentos y la realización de fichas de trabajo. La segunda fase o de “investigación primaria” abarca tanto el diseño como la obtención y el tratamiento de los datos. La tercera fase o de “elaboración” y “exposición”, consta de la sistematización del material recogido, la redacción y la presentación formal.

Hemos de advertir en este punto que se pueden constatar diferencias de tipo terminológico entre distintos autores (fases, pasos, etapas, aspectos, partes, etc., son consideradas como iguales o diferentes dependiendo del caso y de los autores), si bien el esquema básico es común a todos ellos. A tal respecto, como planteamiento general, recomendamos una posición basada en el esquema inicial de Fernández, A. (1995) completado con los cuadros 4 y 5 de Sierra, R. (1994, págs. 37 y 41). Este esquema básico se ampliará y se estudiará con más detenimiento en el capítulo dedicado a proyectos de investigación y tesis doctorales.

### **Elementos conceptuales o lógicos del método científico**

El proceso metodológico descrito anteriormente tiene una estructura lógica constituida por unos elementos y las interconexiones correspondientes. Los elementos conceptuales son la **teoría**, los **modelos**, las **hipótesis**, las regularidades o **leyes**, los **hechos** y fenómenos de la realidad y los **datos**. Estos elementos se encuentran interconectados por dos procesos recíprocos: teorización y verificación o confirmación (procesos inductivo y deductivo).

#### El proceso de verificación/confirmación

Sigue en general el sentido: teoría --- modelo --- hipótesis --- hechos/fenómenos

Un *modelo* es un prototipo o representación esquemática de un fenómeno y se concreta en



---

un conjunto ordenado de relaciones entre variables.

Una *hipótesis* es una idea o conjunto de ideas no comprobadas y que constituye una solución probable o plausible a un problema de investigación. La *práctica de la prueba* es la actividad científica orientada a comprobar que la afirmación contenida en la hipótesis no se opone, de momento, a la realidad observable en un caso concreto.

#### El proceso de teorización

Sigue en general el sentido: hechos/fenómenos --- datos --- regularidades/leyes --- teoría

El proceso llamado de **teorización** o de construcción de un marco explicativo se suele basar en las regularidades comunes encontradas en diferentes investigaciones; en este caso la teoría es un constructo creado a partir de una síntesis de las principales conclusiones de las investigaciones ya realizadas, en el que ampliamos, modificamos, estructuramos, perfilamos, etc. la información existente o parte de ella mediante la introducción de elementos no contemplados anteriormente, un cambio en el punto de vista, etc.. Pero también se puede construir una teoría “ad hoc” para buscar su verificación en los hechos reales. En este caso el proceso puede consistir en la elaboración, sobre la base de la intuición y/o la utilización de la analogía, de un conjunto de ideas o conjeturas generales y originales sobre la totalidad o sobre algunos aspectos del problema, de entre las que saldrán las hipótesis a contrastar en la investigación.

El proceso de teorización, origen, marco y fin de la investigación científica, suele ser complejo y depende del estado de la investigación en el campo de que se trate y del nivel en el que se desee trabajar. Puede ir desde el establecimiento de una nueva teoría alternativa, produciéndose incluso una ruptura con un paradigma de investigación, hasta la mera comprobación de un aspecto puntual no investigado hasta entonces en el marco de una línea de investigación amparada por una teoría bien desarrollada y establecida con anterioridad. Para una mayor información de carácter general sobre estas cuestiones, nos remitimos a Bunge, M. (1983), Popper, K. R. (1983), Kuhn, T. S. (1975), entre otros.

Con respecto al caso particular de la investigación en Educación Matemática, que se analiza mediante ejemplos en el capítulo correspondiente, podemos adelantar aquí que se aprecian algunas lagunas en el panorama general de la investigación en este campo. En concreto se puede observar que muchas investigaciones se mueven casi exclusivamente en el terreno empírico, con escaso interés por establecer regularidades, leyes generales o marcos explicativos amplios que constituyan verdaderos soportes conceptuales para posteriores investigaciones. Se detecta, por tanto, la necesidad de una mayor atención al proceso de teorización y a la construcción de modelos susceptibles de confirmación empírica. La técnica metodológica denominada “análisis didáctico”, definida recientemente (González, J. L., 1995) en el ámbito de la investigación en Educación Matemática, se ha mostrado útil para estructurar y sintetizar la información variopinta procedente de múltiples trabajos, experiencias y publicaciones, proporcionando un cierto esquema o soporte teórico en el que situar algunas investigaciones, e incluso, algunas líneas de investigación. No obstante, hemos de reconocer que la juventud de este campo obliga todavía a trabajar casi exclusivamente en el terreno empírico, no siendo

posible, a veces, que se haga mucho más de lo que se está haciendo.

#### **1.4.- El área problemática y el problema de investigación**

Toda tesis doctoral o trabajo de investigación científica tiene su punto de partida y su razón de ser en la elección y definición precisa del **problema** de investigación al que se pretende dar respuesta, el cual, suele formar parte de un campo más amplio que se conoce como **área problemática**. Sin que exista una definición precisa sobre estos términos, entenderemos por área problemática de una ciencia a una parte más o menos específica de la misma formada por un cuerpo de conocimientos organizados y estrechamente relacionados entre sí del que se puede afirmar que no está completo o cerrado desde el punto de vista científico, bien porque existen líneas de investigación abiertas y en desarrollo sobre el mismo, o bien, porque se pueden detectar lagunas o problemas concretos no resueltos o que no tienen aún una respuesta científicamente establecida.

La elección del área problemática y, dentro de ella, del problema de investigación suele venir determinada, como es lo más normal, por la situación de una línea de investigación o por la necesidad de dar respuesta a un problema real. En cualquier caso dicha elección está supeditada a los intereses personales y se realiza con ayuda de los conocimientos disponibles en ese momento. En teoría, la elección del tema o problema de investigación debe ser previo a la realización del trabajo en sí (Sierra, R.; 1994, pág. 127); en la práctica, es frecuente encontrar tesis doctorales o trabajos de investigación en los que, o bien la elección y definición del problema no han sido actos tan puntuales, sencillos e instantáneos como parecen indicar las consideraciones anteriores, o bien el problema de investigación ha sufrido un proceso de refinamiento y modificación paralelo al propio desarrollo de las primeras etapas del trabajo. En este sentido la experiencia nos dice que, salvo en áreas muy consolidadas o trabajos que son continuación de investigaciones con cierta tradición y solidez, la elección del tema o problema y, sobre todo, su delimitación, es una de las partes más importantes, duras, complejas y dilatadas en el tiempo; téngase en cuenta que este aspecto concreto está estrechamente relacionado con la búsqueda y el estudio de la documentación relacionada con el área problemática y de los antecedentes específicos del problema a investigar.

En este punto recomendamos:

1º.- Elegir y delimitar, provisionalmente, lo que se conoce como “área problemática” o campo amplio de problemas de investigación. Así, en Didáctica de la Matemática pueden ser áreas problemáticas, que enunciamos aquí en términos escuetos pero que requerirían de mayores precisiones relativas a niveles escolares, condiciones, aspectos del currículum, etc., las siguientes: el *paso de la aritmética al álgebra*, la *resolución de problemas*, el aprendizaje del *algoritmo de la división*, las *transformaciones geométricas*, los *números enteros*, el *lenguaje matemático* y el *lenguaje común* en la Educación Primaria, la *evaluación* de las *actitudes* hacia las matemáticas, la enseñanza de la Matemática con la ayuda de *ordenadores* o *calculadoras* o cualquier otro *recurso* o *material didáctico*, etc. (las palabras en cursiva denotan posibles

palabras clave (Key words) útiles para buscar información sobre el tema y para clasificar la investigación a que hace referencia el problema).

Conviene incidir en el hecho de que mientras mayor sea el grado de precisión en la delimitación del Área problemática (niveles, edades, aspectos concretos de la Educación Matemática en los que se va a centrar el interés de la investigación (representación, errores, enseñanza, aprendizaje, evaluación, etc.), más se podrá afinar en la búsqueda de documentación y será más fácil establecer el problema específico a investigar dentro de dicha Área. En este sentido, muchos investigadores recomiendan focalizar al máximo el problema de investigación, lo que favorece un mayor dominio del mismo y un mejor control de las variables que intervienen, facilita el propio proceso de investigación, proporciona mayores garantías y niveles de calidad y permite una mayor profundización en el aspecto estudiado. Pero esto, con lo que estamos de acuerdo en términos generales, no es posible en todos los casos y puede que no sea conveniente hacerlo en aquéllos casos en los que el área problemática está poco estudiada o no estudiada de manera sistemática, lo que ocurre por ejemplo cuando se constatan numerosas investigaciones empíricas puntuales e inconexas, o cuando se tiene la intención expresa de realizar una investigación amplia, con fines sintetizadores o que pretenda abarcar una gran parte de los aspectos de la realidad a estudiar.

Como **ejercicio** se recomienda realizar una primera delimitación del Área o Áreas problemáticas de interés personal estableciendo el mayor número de restricciones posibles y/o utilizando la mayor precisión posible.

2º.- Consultar la documentación disponible en relación con el Área definida, analizar los términos que aparecen en la delimitación de la misma y establecer, mediante la comparación con las clasificaciones, categorías y palabras clave (lenguaje documental) que aparecen en las publicaciones relativas a catálogos e índices (Zentralblatt, por ejemplo) o en bases de datos (ERIC, por ejemplo), el listado de las palabras clave del Área y lo que se conoce como estructura lógica del tema y “ecuación de búsqueda”. En el apartado de este capítulo correspondiente a la documentación se tratan, desde un punto de vista general, los principales aspectos relacionados con esta parte importante de la investigación.

3º.- Realizar una búsqueda exhaustiva de información sobre el Área problemática y estudiar los contenidos y cuestiones que se plantean, elaborando, si se ve conveniente, un mapa lo más completo posible de las cuestiones y temas abordados.

4º.- Delimitar, provisionalmente y en términos generales, los problemas de investigación pendientes o no estudiados y establecer un orden de prioridades lógicas y preferencias.

5º.- Estudiar la significatividad y viabilidad de cada problema y elegir uno de ellos con la ayuda de la documentación.

6º.- Definir el problema de forma precisa, sus palabras clave, etc., realizar una nueva búsqueda más selectiva que la anterior y recabar los documentos correspondientes para su estudio detallado. La definición precisa del problema se realiza formalmente a través del enunciado del problema, tanto general como de los principales términos que intervienen, así como de los

objetivos y las hipótesis de investigación.

El problema así definido lo es como tal desde un punto de vista teórico y tomando como punto de partida las investigaciones realizadas con anterioridad, por lo que, en general, debe ser considerado provisional hasta tanto no se realice una primera toma de contacto empírica (estudio piloto o estudio exploratorio), de cuya experiencia se podrá deducir su confirmación o rechazo, o la modificación de aquéllos extremos que permitan compatibilizar la teoría o el modelo con los resultados de las primeras experiencias mencionadas.

Como **ejercicio** relacionado con la delimitación del área problemática y del problema de investigación, sus características y debilidades, se recomienda la lectura y análisis crítico de la redacción de varios problemas de investigación en Didáctica de la Matemática. Para ello se incluyen en el anexo I varios ejemplos de dos tipos: problemas enunciados al comienzo de una investigación y problemas enunciados en informes finales; en algunos casos se trata de la misma investigación.

Como **ejercicio** global de este apartado se recomienda seguir los pasos establecidos anteriormente en un caso concreto, utilizando, a modo de ejemplo, sólo una parte de la información existente en la biblioteca del Centro y admitiendo que se trata de una primera aproximación. El ejercicio, que se puede realizar individualmente o en grupo, se completará con una valoración crítica de las dificultades y limitaciones encontradas en el proceso seguido.

### **1.5.- Investigación secundaria: información y documentación**

La investigación científica se caracteriza, entre otros aspectos, por generar un conocimiento compartido y aceptado por una colectividad o comunidad de investigadores o expertos. Se trata por tanto de una actividad que en general no es aislada ni individualista, sino que requiere, en todo momento, la plena integración en el campo de conocimientos de que se trate, tanto al comienzo de la misma, para establecer el estado de la cuestión y no trabajar “en vacío”, adquirir una formación y una capacidad crítica para poder continuar y aportar información nueva, evitar duplicidades y pérdidas de tiempo, reconocer los esfuerzos realizados por los antecesores, etc., como durante el proceso, para recibir ayudas y opiniones de otros colegas, estar informado sobre lo que se está haciendo y no perder actualidad, conocer a las personas interesadas en el problema y compartir inquietudes, etc., como al final mediante la comunicación y publicación de los resultados, entre otros motivos para que el esfuerzo realizado tenga una utilidad efectiva que trascienda la mera satisfacción personal, para facilitar la labor de otros investigadores o para alcanzar el justo reconocimiento de la comunidad y la sociedad en general.

En los apartados que siguen se tratan algunas cuestiones de carácter general relacionadas con la información y documentación científicas, particularizando, siempre que sea posible, al caso de la Educación y de la Educación Matemática.

En esta parte fundamental de la investigación científica distinguimos, al igual que hace Sierra Bravo, R. (1994) entre información y documentación. La primera se refiere, básicamente,

al contenido de los documentos científicos originales o de cualquier otra fuente en la que intervenga el conocimiento científico (disertación, conversación, etc.), fuentes que se reducen a dos tipos fundamentales: la realidad y la documentación; la documentación se refiere, por el contrario, a todo lo que rodea el mundo de la recogida, reproducción, clasificación, difusión, conservación, etc., de la información científica. Existen, por tanto, dos tipos de sistemas diferentes aunque estrechamente relacionados entre sí: los sistemas de la información (transmisión de información científica propiamente dicha) y los de documentación (transmisión de información documental o de información sobre fuentes de información); las fuentes de documentación remiten por tanto a las fuentes de información o documentos primarios que son los que contienen la información científica.

El sistema de documentación se canaliza a través de los **centros de información y documentación** encargados de gestionar y distribuir las fuentes de información y documentación. Existen tres tipos de centros:

- Bibliotecas (acceso a documentos primarios (libros, revistas, etc.));
- Centros de documentación (acceso a documentos secundarios (ficheros, boletines, índices, etc.)); proporcionan servicios de reprografía, traducción, información bibliográfica (búsquedas, etc.), difusión, informes, etc.;
- Sistemas de Teledocumentación (acceso a bases y bancos de datos, etc.).

Algunos de los principales Centros de documentación relacionados con la educación son los siguientes:

- Instituto de información y documentación en Ciencias Sociales y Humanidades (ISOC), con su Índice Español de Humanidades y de Ciencias Sociales, serie A (Psicología y Ciencias de la Educación) y la base de datos PSEDISOC;
- Centre de documentation sciences humaines (CDSH) en Francia, con una sección de Ciencias de la Educación;
- Institute for scientific information (ISI), EE.UU.

Algunas de las principales bases y bancos de datos relacionados con la educación son los siguientes:

- SSCI (Social Science Citation Index);
- PIC (Ministerio de Cultura) con sus bases de datos bibliográficas y el catálogo de bases de datos españolas;
- ERIC (Educational Resources Information Centre);
- Bases de datos de la Biblioteca Nacional: Ariadna, bibliografía española, ISBN, etc.;
- Bases de datos en CD-ROM, disponibles en bibliotecas y otros Centros de documentación.

Las **fuentes de documentación** se clasifican en: guías de fuentes documentales, bibliografías, catálogos, índices y revisiones. Para una información detallada sobre dichas fuentes así como sobre las fuentes documentales en Educación, nos remitimos al capítulo 8 de Sierra Bravo,

R. (1994).

Las **fuentes de información** o fuentes primarias se clasifican en: literatura de referencia, publicaciones periódicas (revistas, etc.), literatura gris (actas de congresos, tesis, informes, manuscritos, etc.) y otras fuentes impresas o no (multimedia, objetos, etc.). Para una información detallada sobre las características de dichas fuentes nos remitimos al capítulo 9 de Sierra Bravo, R. (1994). Para el caso específico de las fuentes de información en Educación Matemática, nos remitimos al capítulo dedicado a la investigación en este campo, en el que se hace una sucinta revisión de las principales revistas, congresos, grupos, tesis, líneas de trabajo, etc..

El acceso a la información y documentación se realiza por medio de lo que se conoce como **investigación documental**, que se trata de una operación compleja que requiere del conocimiento, tanto general como específico, de los distintos aspectos tratados en el presente apartado. Distinguiremos, al igual que hace Sierra Bravo, R. (op. citada), entre la investigación documental en bibliotecas y en bases de datos. En ambos casos la tarea fundamental se centra en la delimitación de la estrategia de investigación documental (palabras clave, orden y forma de consulta, extensión y años a revisar, tipos de documentos, etc.). Una parte del proceso de investigación documental, el relativo a la elección y determinación del problema de investigación, se ha tratado en el apartado 1.4, mientras que otros aspectos se tratan en los ejercicios y actividades que figuran en este apartado. Información adicional se puede encontrar en el capítulo 10 de la obra citada.

Reiteramos aquí la importancia de la lectura selectiva (aspectos fundamentales y resúmenes que figuran al final) de los capítulos 6, 7, 8, 9, 10 y 11 de Sierra Bravo, R. (1994) para una información más precisa sobre las cuestiones tratadas en este apartado. Dicha lectura también es recomendable por su utilidad en cuanto a las fuentes generales de información y documentación existentes en la actualidad en el mundo.

### **La Biblioteca de la Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga**

En el anexo II se incluye una relación amplia, aunque no exhaustiva, de una parte de los documentos existentes en la Biblioteca relacionados con la Educación Matemática (libros y otros documentos, a excepción de las revistas, recibidos hasta principios del año 1993). Esta información, así como la relativa a las revistas, se tratarán más ampliamente a propósito de los capítulos dedicados a la investigación en Educación Matemática.

### **Acceso y utilización de bases de datos en la Universidad de Málaga**

En el anexo III se incluye documentación relativa a este tema y ejemplos de búsquedas retrospectivas realizadas a bases de datos. Estas búsquedas se pueden realizar en la actualidad desde un ordenador "PC" conectado a la red interna de la UMA (también en la propia biblioteca) o a través de la red Internet.

Como **actividades y ejercicios** de investigación documental se recomiendan:

1).- Visita a la Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Educación para conocer los distintos servicios en relación con la Didáctica de la Matemática (bibliografía, hemeroteca, bases

CD-ROM, acceso otras bases, etc.);

2).- Análisis de búsquedas ya realizadas y preparación de búsquedas personales;

3).- Realización de búsquedas directas de información (revistas, libros, etc.) en relación con un área problemática o problema concreto de investigación; en particular, realización de una búsqueda específica utilizando la revista ZDM (Zentralblatt für Didaktik der Mathematik);

4).- Realización de búsquedas específicas en bases de datos *on line* o CD-ROM (relacionadas con un área problemática y/o problema de investigación).

### **1.6.- Investigación primaria o fase empírica: diseño, trabajo de campo y análisis de datos**

En este apartado vamos a incluir algunas consideraciones (las más importantes) sobre las fases 4, 5 y 6 del proceso general del método científico descrito en el apartado 1.3. Se trata en realidad del núcleo central de toda investigación que esté basada en la obtención de evidencia empírica, para el que a menudo se suele emplear erróneamente el término “metodología” pero que queda mejor calificado mediante los términos “estudio empírico”, “estudio experimental” o “diseño, recogida y análisis de datos” entre otros.

Tal y como se indicó en el apartado mencionado, la fase empírica a la que nos referimos presenta dos partes diferenciadas y normalmente secuenciadas en el tiempo: una primera de preparación y elaboración del diseño propiamente dicho y una segunda de desarrollo del mismo. A su vez, esta segunda parte consta de dos etapas también diferenciadas: una primera de aplicación práctica del diseño, en la que se entra en contacto directo y de una manera formal con la realidad investigada (previamente se pueden haber realizado aproximaciones exploratorias) y una segunda y definitiva que podemos calificar de estudio y evaluación de la evidencia obtenida, del diseño empleado y del planteamiento general de la investigación.

Una vez realizada la revisión de la literatura (investigación documental) y su análisis detallado así como la delimitación del problema de investigación, el primer paso a dar en el orden lógico del proceso es delimitar el plan para obtener una respuesta válida al problema. A veces este plan o **diseño** de la investigación, con el que empieza realmente la fase empírica, suele ir estrechamente unido, en cuanto a las líneas generales de su concepción, a la definición del problema y al estudio de viabilidad de los diferentes problemas que se han encontrado abiertos en el área problemática. También es frecuente que la elección y elaboración del diseño estén supeditados a los resultados de indagaciones empíricas de tipo piloto o exploratorio realizadas a propósito de la elección y definición precisa del problema de investigación. Por todo ello es conveniente distinguir, en esta primera parte, entre la preparación del diseño (estudio de las variables que intervienen, análisis y selección de los métodos más adecuados para confirmar las hipótesis y/o alcanzar los objetivos propuestos, estudio de los diseños realizados en trabajos de investigación similares, preparación, desarrollo y evaluación de las primeras tomas de contacto empíricas, consulta con especialistas, etc.) y la elaboración del diseño definitivo (normalmente considerado como provisional hasta la finalización de la investigación) (téngase en cuenta que una de las

características deseables de un diseño y, en general, de una investigación es su flexibilidad).

El paso siguiente corresponde a la primera parte del desarrollo del diseño, consistente en la aplicación práctica o trabajo de campo propiamente dicho, cuya finalidad primordial es la recogida de datos mediante la aplicación de los **instrumentos y técnicas de recogida de datos** previstos. La última parte del desarrollo del diseño lo constituye el análisis de datos, que se lleva a cabo mediante la aplicación de los **instrumentos y técnicas de análisis de datos**, la elaboración y análisis de los resultados, el estudio sobre la confirmación de las hipótesis o el grado de comprensión alcanzado sobre el problema, el análisis sobre la consecución de los objetivos propuestos, el establecimiento de las conclusiones definitivas del trabajo y un resumen de la continuación y las perspectivas futuras de la investigación.

### **Características y requisitos generales del diseño**

El fin primordial de un diseño de investigación es *conseguir el máximo ajuste de los resultados del estudio a la realidad investigada (validez)*. Este grado de ajuste a la realidad toma protagonismo en dos momentos especialmente importantes: en la preparación y elaboración del diseño, mediante la adopción de las medidas necesarias para eliminar o reducir las amenazas a la validez, y en el exámen global de los resultados de la investigación, mediante la estimación del grado de validez alcanzado con el estudio. En el primer caso se han de tener en cuenta:

- las variables extrañas o ajenas al estudio que pueden intervenir o influir en los resultados;
- los factores que pueden afectar en su caso a la *representatividad* de los resultados;
- los factores que pueden afectar en su caso a la *generalización* de los resultados;
- el análisis detallado de las posibles fuentes de error (razonamiento, percepción, apreciación, planificación, ejecución, etc.);
- la comparabilidad de los datos y observaciones;
- los mecanismos y procedimientos de control de todos los factores que puedan amenazar a la validez (algunos de estos mecanismos (pág. 328, op. citada) son los siguientes: eliminar variables extrañas, mantener constantes algunas variables, aleatorizar o igualar grupos, sujetos y tratamientos, contrabalancear o combinar asignaciones, tratamientos, etc., repetir aplicaciones o utilizar grupos-control);

En el segundo caso la validez dependerá de los hallazgos encontrados así como del grado de confirmación de las hipótesis, del nivel de comprensión del problema alcanzado como consecuencia de la evidencia empírica obtenida o de la credibilidad y profundidad de los argumentos aportados en el caso de una investigación teórica, histórica o bibliográfica.

Hay que decir que el concepto de validez presenta matices diferenciados dependiendo del tipo de investigación realizada (cualitativa, cuantitativa, mixta, etc.). Es un concepto que está muy claro en las investigaciones experimentales (validez estadística) pero que ha suscitado y sigue suscitando polémica en el ámbito de otros tipos de investigaciones. Se recomienda acudir, en un nivel de profundización, a Fernández Cano, A. (1995) o a la extensa bibliografía existente sobre investigación cualitativa, como por ejemplo Dockrell, W. B.; Hamilton, D. (1983) o Taylor, S. J.; Bogdan, R. (1984), para una revisión de este concepto en el contexto de los



métodos cualitativos de investigación y otros métodos no empíricos. Para una información más completa, aunque superficial, sobre estas cuestiones nos remitimos al capítulo 12 de Sierra Bravo, R. (1994).

### **Tipos de diseño**

Existen varias clasificaciones de los tipos de diseño según sus características (ver cuadro 37 de la obra citada). De entre ellas destacan las que clasifican los diseños en teóricos y empíricos o en experimentales y no experimentales, según, esta última clasificación, si interviene o no la manipulación y el control de variables. No obstante, la división en estudios experimentales y no experimentales no es una clasificación que refleje adecuadamente la situación real, puesto que existen diseños intermedios entre ambos extremos que no se pueden integrar en una de las dos clases; de una manera más precisa podemos decir que existen los siguientes tipos de diseño según las variables que intervienen:

- a).- no experimentales o meramente descriptivos (seccionales, longitudinales y comparativos);
- b).- pre-experimentales (un sólo grupo con una medición o con dos (pretest-posttest), ex-post-facto);
- c).- cuasiexperimentales (series y muestras cronológicas);
- d).- experimentales (con grupo control, factoriales, etc.).

De la misma manera existen clasificaciones de los diseños de investigación según los grupos, las observaciones, la asignación de sujetos y tratamientos o la naturaleza de la investigación (ver cuadro citado). Si la investigación es cualitativa, también se puede utilizar la palabra diseño para hacer referencia a un plan de actuación, aunque dicho término se suele utilizar para el caso de las investigaciones en las que intervienen variables cuantitativas; en realidad se trata de un concepto estrechamente ligado a los métodos experimentales de investigación.

Para una información detallada sobre los tipos de diseño en la investigación educativa se recomienda acudir, en una primera consulta, a Bisquerra, R. (1989) y a Rincón Igea, D. y otros (1995).

### **Elementos del diseño**

A partir del problema ya definido, en términos, básicamente, de objetivos, hipótesis y/o descripción detallada y escueta de la situación, se debe pasar a la elaboración del diseño, que debe contener dos partes fundamentales:

- a).- preparación y disposición de los elementos que intervienen en la prueba donde se deben cubrir los siguientes aspectos:
  - hacer operativas las hipótesis (traducirlas en términos de hechos y fenómenos observables así como en términos de la información necesaria para su eventual confirmación o rechazo);
  - analizar y determinar las variables que pueden influir en el problema y sus posibles relaciones, distinguiendo entre: variables que son objeto de la investigación (intervinientes) y variables que no son objeto de la investigación pero que pueden influir en el re-

sultado (extrañas);

- establecer los mecanismos de control necesarios para eliminar o reducir al máximo la influencia de las variables extrañas. Si no es posible, declarar abiertamente dicha influencia y las necesarias cautelas en la interpretación de los resultados.

b).- elaboración del plan de la prueba; se deben cubrir aquí los siguientes aspectos:

- delimitar las unidades de observación o realidades a observar, la población, los grupos y el espacio y el tiempo en que se van a realizar las observaciones. Al mismo tiempo se ha de establecer, en su caso, si se va a realizar un muestreo de la población, indicando el tipo de muestreo y las características de la muestra;

- determinación y explicación de las técnicas de observación y de los instrumentos de recogida de datos que se van a utilizar: construcción de tests, cuestionarios, preparación de entrevistas, etc.;

- especificar las técnicas e instrumentos de organización y análisis de datos que se van a emplear.

Previamente o durante el proceso de elaboración del diseño puede interesar realizar estudios exploratorios o pilotos para comprobar determinados aspectos y mejorar el diseño en general. Con ello queremos decir que el diseño de una investigación debe ser flexible y provisional hasta que tengamos una seguridad aceptable sobre la validez de los procedimientos que se van a utilizar. Téngase en cuenta que una vez que se inicia el estudio de campo o la aplicación práctica del diseño, puede ser difícil y costoso realizar ciertas modificaciones a defectos encontrados.

### **Variables**

Son los elementos más importantes del diseño en las investigaciones empíricas. No en vano la finalidad del trabajo científico es descubrir la existencia de las variables, medirlas, agruparlas, tabularlas, interpretarlas, estudiar sus relaciones, etc.. Los principales tipos de variables son:

- por su naturaleza: cualitativas y cuantitativas; discretas y continuas;

- por su situación en la investigación: **internas o intervinientes**, que a su vez pueden ser dependientes o independientes (también llamadas explicativas), y **externas o extrañas** (influyen pero no entran directamente en la investigación ni como dependientes ni como independientes), algunas de las cuales se conocen también como variables concomitantes (que acompañan o varían conjuntamente con las variables intervinientes).

### **Variables externas o extrañas y su control**

Son aquéllas que pueden influir en los resultados pero que no intervienen explícitamente en la investigación. Sus efectos pueden afectar a la validez del trabajo, por lo que es necesario tenerlas en cuenta y establecer procedimientos para eliminar o minimizar sus influencias (procedimientos de control).

Según Sierra, R. (1994), las principales variables externas y sus procedimientos usuales de

---

control pueden ser:

- debidas a defectos en el diseño; estos pueden ser múltiples y su control se realiza cuidando al máximo los distintos aspectos del plan de actuación. Algunos de dichos defectos son los siguientes: hipótesis inadecuadas, variables indefinidas, técnicas de observación inadecuadas para el problema, defectos en la elección de la muestra, técnicas de análisis de datos impropias para resolver el problema, etc.

- debidas al propio investigador o a su presencia en el campo de investigación; las más importantes pueden ser debidas: **a**)- a las distorsiones introducidas en la planificación, ejecución del diseño y, sobre todo, en la interpretación de los resultados por causa de las características personales del investigador: capacidades, mentalidad, convicciones, creencias, valores, etc.; su control se puede realizar mediante lo que se conoce como “vigilancia epistemológica”, el mantenimiento en todo momento de una actitud crítica y de una posición objetiva ante el conocimiento y las propias convicciones, la explicitación en el informe de las características y posiciones personales que pueden influir en las conclusiones (conjeturas y juicios a priori) o la intervención de jueces, expertos y observadores externos; **b**)- a las influencias de la presencia del investigador sobre los sujetos o las situaciones a observar (por ejemplo: en cuanto a posibles tratamientos discriminatorios, preferencias o diferencias en las relaciones sociales que se establecen con los investigados) tanto en sentido positivo (dicha presencia aumenta el rendimiento, la atención, etc.) como negativo (despreocupación o falta de interés de los sujetos cuando constatan que lo que van a hacer es voluntario o no les cuenta para nota, etc.); entre otros procedimientos de control, algunos de los cuales se han citado en el apartado a), se pueden utilizar también observadores externos e internos que den su opinión sobre las cuestiones tratadas y cuidar al máximo que no se produzcan las distorsiones indicadas.

- debidas al contexto en el que se sitúan los objetos investigados; pueden ser de tipo físico, social o individual (también llamadas orgánicas o variables del sujeto tales como: estado civil, religión, sexo, clase social, etc.). Los procedimientos de control más usuales en estos casos se basan en fijar determinadas modalidades de dichas variables o en hacer intervenir todas las modalidades de una variable por igual, eliminando así las influencias extrañas de la misma.

- debidas al escenario o condicionamiento de las actuaciones y respuestas de los sujetos por la novedad que supone la acción investigadora; están relacionadas con algunas de las variables tratadas anteriormente y se refieren, básicamente, a las distorsiones que puede provocar el hecho de que el sujeto tome conciencia de que está siendo investigado y sepa o intuya en que sentido se produce dicha investigación y que es lo que se espera que debe responder. Los procedimientos de control son múltiples: no dar pista alguna, convencer de que contesten lo que sepan, replicar, actuar sin que los sujetos sepan que están siendo investigados, utilizar grupo de control, utilizar la técnica de “doble ciego” cuando sea posible, enmascarar la parte que realmente interesa, etc.

- debidas al tiempo, en diseños que requieren observaciones repetidas en diferentes momentos. Según Campbell, D. T.; Stanley, J. C. (1978) las principales variables que pueden

afectar en este caso son las siguientes: historia, maduración, entrenamiento/aprendizaje, variaciones en la medición, selección de las muestras, tendencia de regresión a los valores medios, mortalidad experimental, etc. Los procedimientos de control son algunos de los que ya se han citado como la repetición o la utilización de grupo control entre otros.

Con carácter general, un procedimiento de control que se utiliza a menudo en la investigación educativa, aunque no sólo se emplea con ese fin, es el de la elección de una “muestra intencional”. Así por ejemplo, si se desea eliminar el efecto producido por un bajo nivel de conocimientos y destrezas, se puede elegir una muestra formada por los sujetos de más alto rendimiento en lo relativo al problema investigado; de esta manera es más probable que las respuestas inadecuadas no sean debidas a conocimientos o destrezas insuficientes, sino a otros motivos.

### **Población y muestras**

En las investigaciones empíricas es usual delimitar el sector de la realidad que se va a investigar. Esto se realiza determinando la población o universo de unidades a la que afectan las observaciones y los resultados y, si esta población es numerosa, delimitando la muestra de unidades o subconjunto de la población sobre el que se va a realizar el estudio. En el caso de la investigación educativa, la población queda con frecuencia restringida a los individuos de una localidad, barrio o zona (rural o urbana), centro escolar y aula o grupo, por lo que los resultados y conclusiones sólo son extensibles a dicho sector de la realidad.

Una vez definida la población se procede a establecer los criterios para la elección de la muestra. Estos criterios, en el caso de los diseños experimentales, deben asegurar, básicamente, que la amplitud de la muestra (tamaño muestral) sea proporcionada al universo o población y que la muestra sea representativa de la población, es decir, que en ella se incluyan las características básicas que van a ser investigadas y en la misma proporción.

En la mayoría de las investigaciones educativas, en particular las que pretenden dar un cierto carácter de generalidad a los resultados, se emplean muestras obtenidas de la población utilizando los criterios y las técnicas de muestreo usuales para la investigación experimental (muestreo estratificado y, en algunos casos, aleatorio). No obstante, resulta a menudo imposible elegir una muestra que verifique todos los requisitos exigidos para que las conclusiones sean válidas para toda la población si esta es amplia; en estos casos se procura que la elección de la muestra permita pensar, con un cierto grado de confianza, que los resultados obtenidos se pueden acercar bastante a los que se obtendrían en la población completa. Lo más normal es restringir la población y las características observadas de manera que esté asegurada la viabilidad de la investigación en detrimento de la amplitud y generalización de los resultados. Por otra parte, la elección de muestras intencionales y de unidades y grupos naturales, en el caso de investigaciones que están dentro del paradigma interpretativo, son procedimientos cada vez más comunes en la investigación educativa. Se recomienda consultar Bisquerra, R. (1989), Wittrock, M. C. (1989) y Campbell, D. T.; Stanley, J. C. (1978) entre otros para profundizar en las

---

cuestiones tratadas en este apartado y en los dos siguientes.

A modo de **ejercicio** conviene realizar una primera delimitación de la población y la muestra a la que podemos circunscribir el estudio sobre el problema de investigación delimitado en ejercicios anteriores.

### **Técnicas e instrumentos de observación y recogida de datos**

Según Rincón Igea, D. y otros (1995, págs. 26 y sigtes.), existen dos tipos extremos de investigación educativa: la investigación empírico-analítica o cuantitativa y la investigación constructivista/sociocrítica o cualitativa. Los instrumentos y técnicas de observación y recogida de datos son múltiples y adaptados al tipo de investigación de que se trate entre los dos extremos anteriores; los autores los clasifican en tres grupos:

- **instrumentos**: tests, pruebas objetivas, escalas, cuestionarios, protocolos y observación sistemática;

- **estrategias**: entrevista, observación participante, análisis documental, autobiografía e historias de vida;

- **medios audiovisuales**: vídeo, fotografía, magnetófono, etc.

(Ver tabla 1.5, pág. 41 de la publicación citada para una relación entre los métodos y las técnicas de observación).

Los principales criterios regulativos de los instrumentos y técnicas de observación son los de validez y fiabilidad, comentados por encima en anteriores apartados (para una información exhaustiva sobre dichos criterios y su determinación precisa, se recomienda consultar el capítulo 2 de la obra citada), teniendo en cuenta que este caso estamos hablando de la validez y fiabilidad de instrumentos y técnicas, lo que constituye un caso particular de los conceptos más generales de validez y fiabilidad de una investigación.

Desde el punto de vista de la investigación empírico-analítica, los principales instrumentos y técnicas de observación y recogida de datos son los tests, cuestionarios, encuestas, pruebas objetivas, escalas y otros procedimientos de observación sistemática (no participante). Por su validez y fiabilidad ya constatada, y antes de diseñar una investigación empírica, es conveniente revisar, si es que existen, los instrumentos ya contruídos y validados en otros trabajos relacionados con el área problemática (existen tests de rendimiento aritmético, de comprensión, etc. cuya aplicación en una nueva investigación puede constituir una referencia importante que añade validez al estudio). Si no existe ningún instrumento para un problema específico, es necesario construirlo. Los trabajos encaminados única y exclusivamente a construir un nuevo instrumento (escala, test, etc.) son considerados como trabajos originales de investigación científica. A título indicativo se podrían seguir los siguientes pasos para la construcción de los cuestionarios:

- 1.- banco de ítems;
- 2.- analizar y completar el banco;
- 3.- consultar con expertos;
- 4.- construcción de uno o varios instrumentos de recogida de datos;

5.- aplicaciones exploratorias o de tipo piloto. Parrilla de análisis. Fiabilidad y validez pruebas, etc.

Desde el punto de vista de la investigación cualitativa (interpretativa, constructivista/sociocrítica, etc.) son especialmente importantes los instrumentos y técnicas de observación propios de los métodos etnográficos (triangulación, observación participante, reflexión epistemológica, análisis de registros, etc.), el estudio de casos, la entrevista clínica en profundidad, el análisis de tareas, el análisis documental, la investigación-acción, etc. En un anexo se incluye una hoja en la que se relacionan las características fundamentales de este tipo de investigación, tomadas de Santos Guerra, M. A. (1990).- Investigación en Organización. EAC. Universidad de Málaga.

Los medios audiovisuales complementan los instrumentos y las estrategias mencionadas con independencia del tipo de investigación, aunque se suelen utilizar con más frecuencia en las investigaciones cualitativas.

Para profundizar en las técnicas, instrumentos y métodos de investigación se recomienda acudir, en una primera fase, a Rincón Igea, D. y otros (1995) (todos los tipos) y Taylor, S. J.; Bogdan, R. (1984) y Wittrock, M. C. (1989) (investigación cualitativa).

Como **ejercicio**, después de las lecturas recomendadas, se aconseja realizar una primera aproximación a las técnicas e instrumentos de observación y recogida de datos y de análisis de datos más adecuados para el problema específico de investigación establecido ya en ejercicios anteriores. Para ello sería conveniente realizar primero un resumen de las principales técnicas y procedimientos utilizados a tal respecto en las publicaciones consultadas sobre el área problemática y problemas de investigación de características similares.

### **Técnicas e instrumentos de análisis de datos**

La expresión “análisis de datos” se refiere tradicionalmente a la fase de *organización, descripción y estudio de la información* obtenida mediante la aplicación de las técnicas e instrumentos de recogida de datos en el trabajo de campo. Si se trata de una investigación experimental o cuantitativa, se emplearán aquí técnicas y pruebas estadísticas variadas dependiendo del problema de investigación y del alcance posible o pretendido de la misma. Si se trata de una investigación cualitativa, es el momento de establecer criterios y procedimientos para sistematizar la información obtenida, extraer los principales resultados e interpretaciones y efectuar una síntesis que facilite la elaboración posterior de las conclusiones.

Entre las técnicas estadísticas más usuales se encuentran las correspondientes a los estudios de una o dos variables (estudio descriptivo, análisis de asociación (regresión, correlación, etc.), pruebas estadísticas (test de hipótesis, pruebas no paramétricas, etc.)) y a los estudios de más de dos variables, que son los más recomendables en la investigación educativa y a la vez los más complejos y laboriosos (técnicas confirmatorias como: análisis de la regresión, análisis de la correlación, análisis discriminante, factorial, de la varianza, etc.; técnicas exploratorias y descriptivas tales como el análisis cluster o el análisis de correspondencias). Para una información detallada sobre estas técnicas se recomienda acudir a las obras que estamos

utilizando o a la extensa bibliografía existente sobre diseños experimentales en Educación o sobre estadística aplicada a la Psicología, Educación o a las Ciencias Sociales en general.

### **1.7.- El informe de investigación**

Se trata de una última fase que presenta características, exigencias y dificultades propias. Se puede decir que la elaboración, presentación y publicación del informe de investigación constituye una parte separada de la investigación propiamente dicha, aunque no menos importante que ella, y que presenta dificultades de índole totalmente diferentes a las que normalmente se suscitan a lo largo de la preparación de la investigación y del desarrollo del trabajo de campo. Son dificultades relacionadas con los formatos (normas para referencias y citas, distribución del contenido, anexos, etc.), con la organización y disposición de ideas, partes y capítulos, con la elección del contenido (que debe ajustarse estrictamente a la investigación realizada y a los datos y en el que deben figurar al menos todas las cuestiones y partes tratadas en el presente capítulo), con el lenguaje utilizado, con el estilo de redacción, con los argumentos principales y secundarios y su colocación en el texto, con la ortografía, con la claridad, etc.

La necesidad y la importancia del informe de investigación se sustentan en el sometimiento a la revisión crítica de la comunidad, en el justo reconocimiento a un trabajo realizado y en la proyección y utilidad de los nuevos conocimientos generados.

Para la preparación y elaboración del informe de una investigación es recomendable consultar previamente otros informes y tesis doctorales, revisar los capítulos 14 y 15 de Sierra Bravo, R. (1994) así como parte de la bibliografía que figura en los mismos y consultar, si fuera necesario, obras como el “Libro de estilo para universitarios” escrita por varios profesores de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga. En cuanto al formato general se adjunta un documento de recomendaciones para la elaboración de tesis doctorales, cuyas indicaciones se complementan con las consideraciones que se incluyen en el siguiente apartado acerca del contenido de este tipo especial de informes de investigación.

### **1.8.- La Tesis Doctoral**

Una tesis doctoral es un **informe** de una **investigación científica original** realizada por un doctorando bajo la dirección de uno o varios **directores** para su presentación en una **Facultad** universitaria con el objeto de, previa su defensa ante un **tribunal**, obtener el **grado académico de doctor**.

A título orientativo, sin que ello signifique que haya que incluir necesariamente todos los aspectos que se mencionan ni en el mismo orden que se exponen, las **partes fundamentales** de una tesis doctoral son las siguientes:

- **Introducción**, en la que se ha explicar por encima el contenido general de la tesis, las distintas partes, la motivación, el proceso de formación del investigador en el tema, la importancia de la investigación y las principales razones que justifican la misma, la elección del área problemática y del problema de investigación, la evolución general del trabajo, tiempo

empleado, breve anticipo de los principales resultados y sus consecuencias y cualquier otro aspecto que contribuya a conformar en este punto un resumen atractivo del trabajo de investigación realizado sin entrar en los detalles propios de cada uno de los restantes apartados;

- El **problema de investigación**, en la que se ha de especificar: el área problemática o marco general dentro del que se sitúa el problema tratado, el problema concreto abordado, su definición y formulación en términos de objetivos e hipótesis y la justificación concreta del mismo;

- Los **aspectos metodológicos generales**, en la que se ha de incluir, a grandes rasgos, la metodología utilizada, las fases de la investigación, los aspectos generales de los diseños aplicados y sus características, una justificación de las determinaciones metodológicas, los instrumentos utilizados, etc.; (puede ser un adelanto general de lo que se explica con detalle en el diseño del estudio empírico o en el resto de los capítulos y partes de la tesis en lo que a metodología de investigación se refiere);

- Los **antecedentes** del problema y la **fundamentación teórica o marco teórico** en su caso, en la que se han de incluir, entre otros, los siguientes aspectos: revisión bibliográfica y búsquedas realizadas, principales resultados y conclusiones de las investigaciones anteriores, conexiones específicas con el problema tratado, principios teóricos o conocimientos de partida de la investigación, estudio teórico en su caso, etc.; (exposición detallada)

- El **estudio empírico** en su caso, incluyendo con detalle los diseños realizados, las variables y sus definiciones operativas, los instrumentos de observación y de análisis de datos empleados, las muestras, el desarrollo del estudio de campo y los resultados obtenidos, validez y fiabilidad, análisis de datos, limitaciones, etc.; (exposición detallada)

- Las **conclusiones y perspectivas futuras** de la investigación, en la que se hace una recapitulación general de los resultados en relación con los restantes elementos del trabajo (objetivos, hipótesis, métodos, instrumentos, etc.), se cierra todo el proceso y se exponen sucintamente el alcance y las limitaciones del trabajo, lo que ha quedado sin tratar (problemas abiertos), las recomendaciones e intenciones para continuar, los aspectos novedosos, relevantes, las principales implicaciones prácticas, las principales aportaciones al campo de conocimientos, etc.

Las **partes complementarias** en una tesis son las siguientes: **agradecimientos**, **títulos**, **índices** (general, de figuras, de citas, de autores, etc.), **anexos** (instrumentos empleados, cuadros, tablas y gráficos, notas y citas largas, cuestiones marginales, copias de documentos importantes para el trabajo, terminología, etc.) y **bibliografía**. A los aspectos citados se les puede añadir por su importancia un apartado sobre **citas y notas**, a las que Sierra Bravo, R. (1994) dedica la última parte del capítulo 15.

#### **Breve descripción del proceso a seguir hasta la defensa de la tesis**

1.- cursar un mínimo de 32 créditos en un programa de doctorado, adquiriendo la suficiencia investigadora;

2.- inscribir formalmente la tesis en la Sección de Tercer Ciclo de la Universidad;



3.- presentar un proyecto de tesis aceptado por uno o varios directores que deberá ser aprobado por el Departamento (previo acuerdo en tal sentido) y remitirlo a la Comisión de Doctorado de la Universidad;

4.- formar el tribunal y acordar la fecha de presentación; el tribunal está formado por cinco miembros con el título de doctor: presidente, secretario y tres vocales;

5.- abonar los derechos correspondientes a la lectura, presentar en la Secretaría General de la Universidad los ejemplares preceptivos y enviar con antelación suficiente un ejemplar a cada miembro del tribunal; el texto de la tesis debe estar aprobado por el director o directores de la misma;

6.- lectura y defensa.

El acto de lectura y defensa de la tesis suele estar dividido en dos partes: exposición del trabajo en el tiempo establecido por el tribunal (alrededor de una hora, aunque siempre se recomienda que sea lo más breve posible) y debate sobre las preguntas, sugerencias y aclaraciones formuladas por los miembros del tribunal.

Para una información más completa se recomienda acudir al Real Decreto 185/1985 (B.O.E. de 23 de enero), a las normas particulares establecidas por la Universidad de Málaga (Sección de Tercer Ciclo), al capítulo 16 de Sierra Bravo, R. (1994) y a la bibliografía incluida en el mismo.

### **1.9.- El Proyecto de Tesis**

Con carácter previo a la lectura y defensa de la tesis doctoral es preceptivo presentar un proyecto de tesis que deberá contar con el visto bueno del Director, ser aprobado por el Departamento y presentado en la Sección de Doctorado de la Universidad. La estructura, el contenido y la extensión del proyecto de tesis varía dependiendo del Director, el Departamento o la Universidad. En el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada se piden oficialmente los siguientes aspectos que son considerados básicos en la elaboración de un proyecto:

1.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN (título, área de conocimiento, Departamento, Director, programa de doctorado, curso académico, etc.);

2.- TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

(área problemática y problema específico, entre otros apartados);

3.- REVISION DE LOS CONOCIMIENTOS (bibliografía relevante, principales conclusiones, etc.);

4.- HIPOTESIS DE TRABAJO, MATERIAL Y MÉTODOS DE ESTUDIO.

Provisionalmente adoptaremos este esquema básico que se puede desarrollar un poco más en el sentido que se expone en el siguiente ejemplo de guión de proyecto de tesis:

#### **Índice de Proyecto de Tesis Doctoral**

1.- Area problemática.

Breve descripción del *campo de investigación*, con indicación de los aspectos

fundamentales y *generales* del problema.

2.- Antecedentes.

Resumen esquemático de las *principales aportaciones* realizadas hasta la fecha dentro del campo o área de investigación elegida; formación de la bibliografía, palabras clave, búsquedas realizadas, etc.

3.- Problema de investigación.

Breve descripción del problema *específico* de investigación con relación al campo más general (apartado 1).

4.- Objetivos e Hipótesis.

5.- Variables que intervienen.

Dependientes, independientes, concomitantes, etc.

6.- Muestra.

Tipo de muestra, población, tamaño, características, etc. Muestras que se van a utilizar a lo largo de la investigación (en las distintas fases).

7.- Instrumentos de recogida de datos.

Pruebas, cuestionarios, entrevistas, análisis de tareas, etc. También habría que especificar si se van a utilizar otros instrumentos o técnicas tales como grabaciones, triangulación, entrevistas, análisis de programas y libros de texto, etc.

Habría que especificar aquí brevemente, los cuestionarios, las entrevistas, las características generales de los instrumentos reseñados anteriormente, etc.

8.- Análisis de datos.

Instrumentos de análisis de datos: *Cuantitativo* : (Instrumentos estadísticos) tablas de frecuencias, tabulaciones, contrastes, análisis de correspondencias, análisis cluster, análisis implicativo, etc.; *Cualitativo* : informes, registros, observación participante, triangulación, etc.

9.- Aportaciones previstas de la investigación (expectativas, logros y objetivos).

Es un apartado relacionado con los objetivos formales y las hipótesis (apartado 4). Además de confirmar o comprobar la bondad de las hipótesis enunciadas, se pretende . . . ; se espera que la investigación aporte . . .

10.- Referencias; se han de incluir aquí las referencias clave de la investigación.

Decir por último que entre el proyecto de tesis presentado y la tesis doctoral propiamente dicha suele haber algunas variaciones, por lo que es conveniente tener en cuenta esta circunstancia en la elaboración del proyecto. Si las modificaciones fueran sustanciales se han de notificar oficialmente para su aprobación.

### **1.8.- La evaluación de la investigación**

La investigación científica se evalúa por miembros de la comunidad de "expertos" en el campo de que se trate y se realiza tomando como base los informes, publicaciones y exposiciones detalladas, en su caso. Dicha evaluación debe ser objetiva y tomar como referencia los criterios o cánones de bondad admitidos y consensuados por la comunidad científica

correspondiente.

Los siguientes criterios, agrupados en torno a 6 grandes apartados que coinciden en su mayoría con las principales fases de un trabajo de investigación (ver apartado 1.3), constituyen una lista no exhaustiva, aunque bastante completa, y un marco de referencia idóneo para realizar una valoración objetiva y justificar la bondad de una investigación. Dichos criterios se han extraído de los capítulos 4 y 5 (evaluación de la investigación cuantitativa (págs. 103-148) y evaluación de la investigación cualitativa (págs. 149-163)) de Fernández Cano, A.- Métodos para evaluar la investigación en Psicopedagogía. Síntesis; Madrid, 1995, publicación a la que nos remitimos para una profundización en estas cuestiones.

**I).- Título**

- ¿está bien relacionado con el contenido del trabajo?

**II).- Problema**

- ¿está expuesto con claridad?
  - las hipótesis, ¿se exponen con claridad?; ¿están bien enunciadas?
  - el problema, ¿es significativo?; ¿es relevante?
  - los supuestos en los que se basa el problema, ¿se exponen con claridad?
  - ¿se hacen explícitas las limitaciones del trabajo?
  - ¿se definen adecuadamente los términos y conceptos importantes incluidos en el enunciado del problema?
    - las preguntas de investigación, ¿son adecuadas?; ¿están organizadas?

**III).- Antecedentes y revisión bibliográfica**

- ¿es adecuada la bibliografía utilizada?
- ¿está bien organizada?
- ¿se ha realizado un exámen crítico de los estudios que se referencian?
- ¿se resaltan y enuncian las fuentes de los hallazgos más importantes?
- ¿se exponen con claridad las conexiones/relaciones del trabajo con investigaciones anteriores?

**IV).- Técnicas metodológicas, procedimientos, diseño, recogida y análisis de datos**

- ¿se hace una descripción correcta y completa del diseño utilizado?
- ¿es apropiado el diseño para solucionar el problema?
- ¿se trata de un diseño libre de debilidades?
- ¿se hace una descripción adecuada y completa de la población y de la muestra?
- ¿es adecuado el método de muestreo utilizado?; ¿está descrito claramente?
- ¿se hace una descripción adecuada y completa de los instrumentos y procedimientos de recogida de datos?
  - la metodología empleada, ¿es adecuada para resolver el problema?
  - ¿es correcta la utilización de los instrumentos y métodos de recogida y de análisis de datos?
    - ¿cuales son los niveles/índices de validez y fiabilidad de los instrumentos y

técnicas de recogida de datos?

- en encuestas, ¿son claras las instrucciones y las cuestiones planteadas?; ¿son ambiguas?; ¿son consistentes con los objetivos de la investigación?; ¿aportan las cuestiones posibles respuestas a las preguntas de la investigación?

- ¿son apropiados/ade cuados a los propósitos de la investigación los instrumentos y técnicas de análisis de datos?; ¿están bien aplicados?

- ¿es clara y completa la presentación de los resultados y conclusiones del análisis de datos?

- ¿son adecuadas, efectivas e ilustrativas las tablas y figuras empleadas?

#### V).- **Resumen; conclusiones**

- claridad en la exposición de las conclusiones

- fundamentación en el análisis de datos y en la evidencia presentada

- relevancia para el problema investigado

- significatividad

- aplicabilidad a la población de la que se extrajo la muestra; alcance de las conclusiones

- consistencia de las conclusiones; existencia de interpretaciones alternativas factibles

- descripción de las posibles desviaciones de los planes originales y sus consecuencias

#### VI).- **Informe; estilo**

- Claridad

- ordenación

- tono imparcial; científico

Como **ejercicio** de esta parte se recomienda analizar un artículo concreto y realizar una sucinta evaluación del mismo siguiendo las indicaciones dadas en este apartado; posteriormente, se recomienda comparar la evaluación realizada con un informe emitido sobre dicho artículo. Para ello se incluye en un anexo al capítulo un artículo y un informe extenso de evaluación del mismo.

#### **Bibliografía básica**

Bisquerra, R. (1989). Métodos de investigación educativa. Guía práctica. Barcelona: CEAC.

Bunge, M. (1983).- La investigación científica. Ariel.

Cohen, L.; Manion, L. (1990).- Métodos de investigación educativa. Madrid: La Muralla.

Fernández, A. (1995, b).- Metodologías de la investigación en Educación Matemática. En: Berenguer, L.; Flores, P.; Sánchez, J. (eds.).- Investigación en el aula de Matemáticas. Universidad de Granada, págs. 47-65.

---

González, J. L. (1995).- El campo conceptual de los números naturales relativos (tesis doctoral). Versión microfilmada. SPICUM Universidad de Málaga.

Rincón, D.; Latorre, A. y otros (1995).- Técnicas de investigación en Ciencias Sociales. Dykinson.

Sierra Bravo, R. (1994).- Tesis doctorales y trabajos de investigación científica. Paraninfo.

Skemp, R. (1980).- Psicología del aprendizaje de las Matemáticas. Morata.

### **Bibliografía complementaria**

Bunge, M.(1980).- Epistemología. Ariel.

Campbell, D. T.; Stanley, J. C. (1978).- Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu, 2ª reimpresión en castellano.

Cochran, W. G.; Cox, G. M. (1957).- Experimental designs. New York: Wiley, 2ª edición.

Cronbach, L. J.; Suppes, P. (1969).- Research for tomorrow schools: Disciplined inquiry for education. New York: Macmillan.

Dockrell, W. B.; Hamilton, D. (1983).- Nuevas reflexiones sobre la investigación educativa. Madrid: Narcea.

Fernández Cano, A.- Métodos para evaluar la investigación en Psicopedagogía. Síntesis; Madrid, 1995.

Piaget, J. (1979).- Tratado de Lógica y conocimiento científico: Epistemología de la Matemática. Paidós.

Popper, K. R. (1983).- La lógica de la investigación científica. Madrid: Tecnos.

Kuhn, T. S. (1975).- La estructura de las revoluciones científicas. Madrid: Fondo de Cultura Económica.

Santos Guerra, M. A. (1990).- Investigación en Organización. EAC. Universidad de Málaga.

Taylor, S. J.; Bogdan, R. (1984).- Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona: Paidós.

Wittrock, M. C. (1989).- La investigación de la enseñanza I, II y III. Barcelona: Paidós.