

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- I. ENFOQUE TEÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO**
- II. ENFOQUE PRÁCTICO: CÓMO FORMULAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS DE GRADO**
- III. ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS**

ALBERTO RAMÍREZ GONZÁLEZ

I. INTRODUCCIÓN

“El futuro de Colombia va a estar profunda y directamente relacionado con la capacidad que los colombianos tengamos de organizar la educación; la hija de la educación: la ciencia; y la hija de la ciencia: la tecnología.”

Rodolfo Llinás (en Aldana-Valdés et al., 1996)

La palabra investigación en sus orígenes denotaba *recorrer caminos ya trazados, repasar las huellas de la ciencia, reconstruir en nuestras mentes lo recogido*. Esta acepción primó en los siglos XII y XIII cuando se rescató la sabiduría milenaria acumulada por el hombre. Con la Revolución Científica del siglo XVI y con ello la llegada de las *ciencias nuevas*, la investigación cambió su significado y se tornó entonces en *la búsqueda de lo desconocido*, aunque durante el Renacimiento tomó también visos de *invención* (Borrero, 2003a).

La historia nos demuestra que desde la fundación de la Universidad en la Edad Media, la investigación ha sido parte esencial de la misma y, sencillamente, “No puede entenderse la Universidad de otra manera” (Torrado, 2003). Por tanto, desde los currículos medievales se incorporó el saber científico a la educación y por ello la lógica de Aristóteles hacía parte de una *disciplina* de estudio (Borrero, 1993).

Es así como los filósofos e ideólogos de la Universidad Alemana desde principios del siglo XIX, fusionaron en un único espíritu la investigación y la docencia (Borrero, 2003a). No obstante, algunas escuelas diferentes a la alemana contradijeron la fusión entre educación e investigación, entre otras, por razones filosóficas, porque un profesor no necesariamente es investigador y viceversa, o, por objeciones funcionales como falta de tiempo, de recursos, de bibliografía, de espacio y de apoyo administrativo (Borrero, 2003a). Por lo anterior, en diversas escuelas las investigaciones científicas se salieron de las universidades y pasaron a formar parte de las *Academias* durante el Renacimiento y de los *Institutos de Investigación* durante el siglo XIX (Borrero, 1993).

La unión entre universidad e investigación llevó a que a partir del siglo XIX se abriera la puerta al *cientismo*, “como si fuera el único método científico, válido y suficiente para resolver todos los problemas del hombre” (Borrero, 1993). El dominio del método científico empírico y analítico, ubicó en segundo plano a otros métodos como el histórico-hermenéutico o el crítico-social, dando como resultado una sociedad positivista y tecnocrática (Torrado, 2003).

La característica fundamental y la naturaleza misma de la universidad moderna es precisamente la investigación y la formación de un espíritu científico (Hernández, 2002), por lo que “... todo lo que se haga por aclarar y operacionalizar las nociones de ciencia,

investigación, práctica científica, función política y crítica de la ciencia, etc., es inherente a su tarea” (Torrado, 2003).

Es innegable la amalgama entre educación e investigación, hasta el punto que “la docencia y el aprendizaje se producen a propósito de la investigación.” (Borrero, 2003a).

Dada la importancia de la investigación para el mejoramiento cualitativo de la enseñanza y la pedagogía, la formación del docente tiene que reforzarse con la formación en investigación (UNESCO, 1996). La unión entre investigación y docencia exigen el conocimiento y el manejo de los métodos científicos en todas las disciplinas del currículo (Borrero, 1993). En razón de lo anterior, los recursos y las técnicas de enseñanza en el aula, han de responder a tales propósitos pero, además, deben incluirse en el currículo asignaturas relativas a *Teoría y Métodos de la Investigación* que se conviertan en el nervio motor de la investigación y la docencia, y donde se impartan contenidos como los siguientes (Borrero, 2003a):

- Formas y métodos de la investigación
- Conceptos y términos consagrados por el uso
- Medios de acceso a las fuentes de la información
- Pautas para preparar y presentar trabajos científicos
- Precisar modos a la evaluación de investigaciones

Para el desarrollo de una didáctica de la ciencia, Navarro-Barrera (1990) sugiere considerar, además, aspectos como los siguientes:

- *Comunicabilidad*: tener en cuenta el nivel de conocimiento del destinatario
- *Inteligibilidad o comprensibilidad*: lógica y coherencia temática
- *Certeza*: confrontación de hipótesis
- *Relación e integración*: con el contexto –análisis sistémico-
- *Especialización*: trabajo especializado y profundo
- *Disponibilidad*: el trabajo científico no es un fin en sí mismo sino se orienta a la práctica
- *Continuidad*: tener en cuenta trabajos o logros previos

De gran importancia es la clarificación que hace Torrado (2003) en cuanto a que la enseñanza de una asignatura de *Teoría y Métodos de la Investigación* o *Metodología de la Investigación Científica*, debe tener clara la distinción entre el enfoque TEÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO de la investigación, por un lado, y el enfoque PRÁCTICO que se refiere a los procedimientos, técnicas y pasos que se siguen a lo largo de ella. El presente texto guarda una estrecha consonancia con esta directriz.

En referencia a Fichte, Borrero (2003a) señala que quien pasa por la universidad debe ser capaz de hacer “*otra cosa*” con lo aprendido y de lo aprendido. Es decir, no basta con aprender sino hay que saber transferir lo aprendido a otros contextos, no se trata de memorizar procedimientos sino de comprenderlos para definir las situaciones en que son o no aplicables, válidos y pertinentes. Por tanto, lo que logre memorizar el alumno no es lo importante, sino su

desenvolvimiento en futuras experiencias vitales. Para ello, “Al estudiante le es imprescindible adentrarse en la naturaleza de la ciencia y sus *métodos* y percatarse de las formas, científica y filosófica, de recorrer los caminos de la investigación”.

La enseñanza de la investigación no debe fundamentarse entonces en la obediencia rigurosa de pautas metodológicas, sino en el desarrollo de pericias de diseño experimental, análisis e interpretación de la información y elección de procedimientos adecuados, todo dentro de un marco universal teórico y conceptual. La investigación se aprende, investigando, por tanto, los procesos pedagógicos deben orientarse a que los estudiantes actúen como investigadores y reflexionen sobre sus procesos de construcción de conocimientos. La educación superior debe estar centrada entonces en el “aprender a aprender” (Hernández, 2002).

“...más que enseñar ciencias, como paquetes dogmáticos ya hechos, se trata es de *enseñar a hacer ciencia*, a producir y reproducir críticamente los conocimientos, a apropiarlos y a elaborarlos” (Torrado, 2004).

Es esencial promover el enfoque investigativo en la educación como el principal elemento del nuevo modelo pedagógico, ya que ello ayuda a la formación del individuo autónomo y responsable, como sujeto de conocimiento. “Enseñar no se reduce a transmitir, impartir conocimientos ya dados, dictar clase...”...“Enseñar es más bien enseñar a investigar, enseñar a aprender por cuenta propia” (Bedoya, 2002).

Pero hacer investigación no es copiar repetidamente procedimientos, sino que incluye un ingrediente importante de creatividad y originalidad que catapulte las ideas novedosas hacia el desarrollo de los diversos campos científicos. Tales investigaciones pueden ser formativas en sí mismas para profesores y estudiantes, pero, a la vez, pueden generar otra suerte de beneficios en torno al conocimiento y a la prestación de servicios hacia la comunidad (Borrero, 2003a). Con el vigor de la investigación se satisface la misión investigativa de la universidad moderna (Borrero, 2003a).

Hernández (2002) señala que el espacio propio para el aprendizaje de la investigación es durante cursos de Maestría, y el espacio para enfrentar efectivamente el ejercicio de la misma, es durante los cursos de Doctorado, empero, muchos de estos programas académicos no realizan un acercamiento efectivo y real con la investigación.

Al respecto, Torrado (2003) nos refiere la Ley 030 de 1992, del Ministerio de Educación Nacional que dice así:

Artículo 12: “Los programas de maestría, doctorado y postdoctorado tienen a la investigación como fundamento y ámbito necesarios de su actividad.”

Otras legislaciones concernientes con el tema son expuestas por Bedoya (2002) en relación con la Reforma Universitaria llevada a cabo en el Decreto No. 080 de 1980:

Artículo 4: “la educación superior, mediante la vinculación de la investigación con la docencia, debe suscitar un espíritu crítico que dote al estudiante de capacidad intelectual

para asumir con plena responsabilidad las opciones teóricas y prácticas encaminadas a su perfeccionamiento personal y al desarrollo social.”

Artículo 5: “la educación superior por su carácter universal debe propiciar todas las formas científicas de buscar e interpretar la realidad.”

Artículo 8: “la investigación, entendida como el principio del conocimiento y de la praxis, es una actividad fundamental de la educación superior y el supuesto del espíritu científico. Está orientada a generar conocimientos, técnicas y artes, a comprobar aquellos que ya forman parte del saber y de las actividades del hombre y a crear y adecuar tecnologías.”

Artículo 34, que sobre los programas de magíster y doctorado reza así: “tiene como objetivo la preparación para la investigación y para la actividad científica o para la especialización”. El pregrado es, por tanto, *informativo* y el postgrado, *formativo*.

Cabe añadir que el Consejo Nacional de Acreditación distingue dos formas de investigación (Hernández, 2002):

1. Investigación propiamente dicha, la cual se refiere a grupos de investigación que producen artículos, libros, patentes o innovaciones tecnológicas de diverso tipo.
2. Investigación formativa o de autorreflexión colectiva de la investigación educativa en el aula, la cual apunta a innovaciones pedagógicas, curriculares o de textos.

Vale anotar que este último tipo de investigación constituye el camino que discurre entre la educación como una práctica disciplinaria y la educación como una ciencia.

Si bien hay una clara percepción del papel de la investigación en la universidad, así como existen reglamentaciones suficientes que la circunscriben en tal ámbito, Llinás (en Aldana-Valdés *et al.*, 1996) nos señala que tal interacción no se viene dando adecuadamente: “Colombia requiere un nuevo sistema educativo que fomente habilidades científicas y tecnológicas, así como culturales y socio-económicas”...“Las carencias en capital humano capacitado, sistemas educativos de calidad con amplia cobertura y la inadecuada educación científica para el desarrollo, no permiten actualmente asumir los retos organizativos y culturales del presente y del futuro...”...“... la educación en ciencia y tecnología es casi inexistente en la educación formal primaria y secundaria, e ineficiente en gran parte de la educación superior.”

En complemento a lo dicho, los resultados observables, descriptibles, medibles, verificables y explicables en el campo de la investigación científica en América latina, están a la vista, una brecha tecnológica que se ensancha con los países desarrollados (Roa-Suárez, 1986).

Parte del problema puede surgir de la enseñanza misma de la Metodología de la Investigación Científica que se imparte en las universidades, ya que en la mayoría de los casos, ésta se encuentra desfasada de los problemas que se trabajan en las otras áreas, por lo que se convierte en procesos de aprendizaje en el vacío, desconectados, por demás, de teorías, conceptos,

metodologías y técnicas (Roa-Suárez, 1986). Por lo anterior, este autor sugiere diseñar programas de historia de las ciencias, y metodología para la investigación científica teórica y práctica, no sólo para los estudiantes sino como parte integral de la formación de profesores.

Para Jean-Jacques Salomón (en Torrado, 2003) el problema es más estructural y surge porque regularmente los estados estimulan las actividades de investigación principalmente en el campo militar al cual destinan los mayores presupuestos, seguidos de las razones de prestigio, las motivaciones económicas, los objetivos de orden social y por último la ciencia misma. Añade que por ello la ciencia ha sido históricamente, hija de la guerra y no de la paz.

Así mismo, para Torrado (2003) el problema está en el control estadista y económico del capital, que reduce a la Universidad a ser “servidora de los modelos desarrollistas, a ser repetidora del saber permitido, a ser productora de los profesionales que demanda el mercado profesionalizante...”.

Claramente se reconoce en los diversos expertos en educación, posturas similares en torno a la fusión entre investigación y universidad, pero, al mismo tiempo, persiste la idea de que tal mixtura no viene operando adecuadamente en lo atinente a la formación investigativa de los alumnos.

Cabe referir, que en muchos programas de pregrado hay una ínfima, si no nula, aproximación a la teoría de las ciencias y a la metodología de la investigación científica. Ello se refleja en discordancias internas alrededor de temas como los marcos teórico, conceptual, de antecedentes y de referencia y en los métodos, las técnicas y los instrumentos de investigación.

Otro problema surge del carácter interdisciplinario que viene cobrando cada vez más fuerza al interior de las diferentes ciencias y disciplinas, escenario que conduce a la necesidad de una formación científica que involucre, a la vez, conocimientos en técnicas e instrumentos propios de las diferentes ciencias.

El acercamiento más evidente con la investigación en la educación superior ocurre a través de los *trabajos de grado*, también llamados *tesis*, los cuales constituyen una exigencia curricular frecuente para optar al título profesional. Tal requerimiento se lleva a cabo, en asignaturas a desarrollar durante el último año, las cuales envuelven un número apreciable de créditos que superan en dos, tres o cuatro veces a las asignaturas regulares, cuantía que denota, por sí misma, la importancia que tiene el proceso de investigación en la formación profesional.

No es un secreto, sin embargo, que tal asignatura constituye un acercamiento angustioso, estresante y en muchas situaciones de impedimento a la concreción de los estudios, en razón a que los estudiantes no se sienten preparados para sortear, por sí mismos, tal trabajo investigativo. De hecho, tal circunstancia se torna más dramática cuando existen reglamentaciones para que sea realizada en forma individual y dentro de períodos rígidos y estrechos de tiempo.

Lo cierto es que, en muchas circunstancias los trabajos de grado desbordan las capacidades de los alumnos, o bien por una inadecuada preparación investigativa a lo largo de todo el

currículo o por una incapacidad y baja autonomía del estudiante, que se manifiestan en primera instancia, en una situación de miedo, inseguridad y conflicto. La situación descrita resulta familiar a todos los profesores que de alguna forma participamos en tal proceso, dado que termina por convertirse en *tragedia* semestral.

Es claro que el abordaje de la investigación en una única asignatura no permitirá solucionar tal problema, pero más cierto es, que la carencia de derroteros alrededor de la misma, dificultará, aún más, llevar a buen término tal proceso. En razón de lo anterior, el presente texto tiene como propósito trazar la senda de la enseñanza de la Metodología de la Investigación Científica en el contexto universitario, abordando el tema en sentido epistemológico, por un lado, y pragmático o relativo al procedimiento a seguir para la formulación de proyectos de trabajo de grado, por el otro.

II. ENFOQUE TEÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO

“Si, como Bacon piensa, el saber aspira a eliminar los sufrimientos de la humanidad, la tendencia al saber tiene como objetivo la felicidad de la humanidad.”. “Para que los efectos del saber sobre el estado del hombre sean benéficos, ese saber debe ser «desarrollado y administrado con amor al prójimo».”

Hans Jonas (2000)

1. LA CIENCIA

1.1 Introducción

Iniciamos este ítem señalando la importancia de la historia y del contexto histórico en el desarrollo de las ciencias, haciendo la salvedad de que la historia reconstruye el pasado pero no cuenta con herramientas robustas como la experimentación, por lo que en muchos casos sólo alcanza suposiciones, por tanto, la historia está condenada a una incertidumbre mayor que otras ciencias (Cavalli-Sforza y Cavalli-Sforza, 1999).

Las grandes revoluciones gnoseológicas ocurridas a lo largo de la historia humana son las siguientes (Torrado, 2004; Sierra, 2004):

1. La aparición del *homo faber*, luego el *sapiens*. El conocimiento se refería al mito mediante seres divinos y fuerzas misteriosas.
2. La aparición de la filosofía griega (VII a.C.). El conocimiento (*episteme*) se fundamenta en el *logos*, o explicación de la realidad por procesos racionales, coherencia lógica y demostrabilidad. Queda atrás la *doxa* o simple opinión.

Aristóteles fue llamado el “padre de la ciencia”, fue el padre de la lógica; estableció el silogismo o método deductivo, pero dio también mucha importancia al método inductivo, por lo que planteó los fundamentos del método experimental y anticipó la necesidad de la definición en los límites de los conceptos. Reinó entonces el pensamiento filosófico a través del método deductivo o sintético (Borrero, 1993).

3. La aparición del cristianismo como síntesis entre el *Mitos* y el *Logos* durante la época Medieval (siglos IV a XIII d.C).

4. La revolución Copernicana o Galileana, ciencia moderna que se gestó 2 a 3 siglos atrás de ésta. Galileo destruyó la imagen mítica del Cosmos para dar lugar a un universo físico, gobernado por la física matemática, que obliga a replantear el puesto del hombre en el mundo. Define, entonces, la posibilidad de una ciencia rigurosa que colapsa a la filosofía escolástica y a la física aristotélica.

El paso de la Edad Media a la Modernidad denominada por Kant como Revolución Copérnica, se vio envuelta por la geometría celeste, la medición meticulosa y la mecánica sideral de Newton. Desde finales de los tiempos medievales surgió la manifestación de la ciencia a partir de la experimentación y con ello se le dio rigor matemático. Desde la perspectiva de la ciencia experimental, el cambio a la Modernidad se denomina Revolución Científica (Borrero, 1993). Con Kepler y Copérnico, hay un regreso a las matemáticas, al pitagorismo (Bedoya, 2002).

Durante esta Revolución descuella la experimentación y surge la expresión *scienza nuova*. Con ello el término ciencia cambio de significado respecto al concepto aristotélico, “ya no se trata del dominio de la ciencia, sino de las ciencias particulares.” Con ello surge el deseo y el auge de clasificar las ciencias (Borrero, 1993).

La ciencia empírica reclamó entonces el primer grado de abstracción discrepando con la filosofía y desplazándola de tal posición. La primera se valió, para ello, de la observación, la experimentación, la comprobación, la predicción, la matematización y la aplicación técnica. “La ciencia nueva hendió un nuevo camino hacia la *investigación* y dispuso el arribo de la ciencia moderna” (Borrero, 1993).

Con la Revolución Copernicana aparece un sentido moderno de las ciencias, con ello, además se diversifican y especializan al particularizar sus objetivos y métodos de estudio (Torrado, 2003). “Desde entonces se ha creído que el único saber posible es el científico. El positivismo de Comte (1798-1857) pretendió darle garantía epistemológica. El neo-positivismo, con su presunto método empírico-lógico-matemático, declaró sin sentido toda proposición no reducible a dichos términos” (Borrero, 1993).

5. La revolución histórico-hermenéutica del S. XIX, en la cual se estudia cómo ocurrió la conformación y organización de los pueblos y cómo se construyó su cultura y sus representaciones. El núcleo de la hermenéutica es la significación de los textos, mientras que la historia se enfoca en los elementos que representan un fenómeno culturalmente significativo. Cobran fuerza las llamadas ciencias del espíritu.
6. Las revoluciones científicas del siglo XX que corresponden a complejos debates epistemológicos de naturalezas ampliamente disímiles.

Las ciencias sociales se ven invadidas por métodos y técnicas diversas. Se reconoce un eje riguroso manifiesto, entre otros, en la econometría o la psicometría; otro eje biológico fundamentado en la evolución y la lucha por la supervivencia de los pueblos; y un eje cultural e histórico.

La corriente principal de la filosofía de la ciencia a mediados del siglo XX, es el movimiento *empirista lógico* o *positivista lógico* que se caracterizaba por confiar demasiado en las técnicas de la lógica matemática para formular y tratar sus problemas (Shapere, 1985).

En la ciencia moderna los cambios de paradigmas hacen que los científicos vean el mundo de la investigación que les es propio – y el mundo con ellos-, de manera diferente. Todo se representa de un modo distinto, pero el mundo sigue como es y siempre ha sido, aunque se le conoce de otro modo (Borrero, 1993).

1.2 Qué es la Ciencia?

- *Ciencia*: Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales
- *Ciencia pura*. Estudio de los fenómenos naturales y otros aspectos del saber por sí mismos, sin tener en cuenta sus aplicaciones.
- *Ciencias humanas*. Las que, como la psicología, antropología, sociología, historia, filosofía, etc., se ocupan de aspectos del hombre no estudiados en las ciencias naturales.
- *Ciencias naturales*. Las que tienen por objeto el estudio de la naturaleza, como la geología, la botánica, la zoología, etc. A veces se incluyen la física, la química, etc.

Real Academia Española, www.rae.es

La ciencia se define como el cuerpo o conjunto de conocimientos de un saber; como la búsqueda, la obtención y el desarrollo del conocimiento en un área del saber. Su propósito es conocer la verdad con un alto grado de certeza, en relación con los hechos cotidianos que nos rodean (Tamayo-Tamayo, 2000).

La teoría general del conocimiento se denomina *gnoseología*.

Para Ruiz y Ayala (1998) la ciencia procura explicar *por qué* los sucesos observados de hecho ocurren, identificando las condiciones que hacen posible su expresión, características que son también compartidas por otras formas de conocimiento sistemático, como las matemáticas y la filosofía. En la ciencia, no obstante, las explicaciones deben ser formuladas de tal manera que puedan ser sometidas a pruebas empíricas, proceso que debe incluir la posibilidad de *refutación*. La refutabilidad o falsación ha sido propuesta como el criterio de demarcación que diferencia a la ciencia de las demás formas de conocimiento (Popper, en Ruiz y Ayala, 1998).

Cervo y Bervian (1997) nos aclaran que el objeto de las ciencias son los datos próximos, inmediatos, perceptibles por los sentidos o por los instrumentos, que son susceptibles de experimentación, mientras que el objeto de la filosofía está constituido por realidades inmediatas, no perceptibles por los sentidos –suprasensibles- que trascienden la experiencia.

Para Ladrón de Guevara (1981) la ciencia es un objeto social construido por el hombre, que se traduce en un conjunto de experiencias vitales, relaciones, conductas y vivencias asumidas por quienes han estado directamente comprometidos en ese proceso. De allí que todo procedimiento de construcción de conocimientos implica la adopción de creencias y convicciones compartidas y acordadas acerca de cómo está conformado el objeto de esa construcción y de cómo puede ser perfeccionado ese conocimiento. Añade Ladrón de Guevara que el conocimiento científico es una de las varias formas que tienen los seres humanos de otorgarle un significado, un sentido y una explicación al mundo circundante.

La principal tarea filosófica y científica debe ser entonces la búsqueda de la verdad, aunque no podamos pretender alcanzar una certeza absoluta (Popper, en Cravero, 1992). Pero, de ser así, ¿para qué reemplazamos una teoría falsa por otra cuya falsedad se tratará de demostrar, hasta finalmente lograrlo? (Lorenzano, 1992).

El conocimiento científico, como todas las demás creaciones humanas, tiene una duración limitada y no será perdonado por el tiempo, ya que no sólo no podemos afirmar que estemos alcanzando la verdad o que nos estemos acercando a ella, pues no sabemos en dónde se encuentra. "... del mismo modo que nosotros creemos que nuestros predecesores de hace cien años tenían una idea fundamentalmente inadecuada del contenido del mundo, también nuestros sucesores de dentro de cien años serán de la misma opinión acerca de *nuestro* presunto conocimiento de las cosas" (Rescher, 1994).

Para Popper (en Putnam, 1985) cuando un científico corrobora una ley general no afirma con ello que la ley sea verdadera o siquiera probable, sino sólo que la ley ha resistido la prueba. Por tanto, las leyes científicas son falsables, no verificables.

El conocimiento, entonces, no es definitivo y puede cambiar cuando nuevos juicios mejor cimentados así no lo demuestren. La ciencia es, por tanto, falible (Bunge, 1996).

Según Lorenzano (1992) hacemos ciencia porque cada nueva teoría es una mejor aproximación a la verdad. Añade que una teoría derrota a otra por cuanto lo que afirma tiene una bajísima probabilidad de producirse casualmente, es decir, por su mayor rigor y exactitud; a la vez, por su mayor contenido empírico. Concluye, entonces, que el avance de la ciencia no lleva a un conocimiento más verdadero, pero sí más adecuado. Esta misma idea la sintetiza Rescher (1994) cuando refiere que "No tenemos más remedio que reconocer que *nuestra* ciencia, tal como existe aquí y ahora, no nos representa la verdad real; lo más que puede hacer es proporcionarnos una *estimación* tentativa y provisional de ella."

La ciencia es, por tanto, progresiva, aunque con frecuencia, una teoría científica es eventualmente reemplazada por una teoría distinta que resulta más completa, más precisa y más comprehensiva, aunque la validación empírica generalmente no es suficiente para que una teoría científica desbanque a otra, y debe estar acompañada con un mayor valor explicativo (Ruiz y Ayala, 1998).

Para Kuhn (en Ruiz y Ayala, 1998), la ciencia se desarrolla en dos etapas: una a la que denomina ciencia normal y está caracterizada por la acumulación del conocimiento; la otra, a la que llama ciencia revolucionaria, se caracteriza porque en ella se rompen esos cauces y se establecen nuevas concepciones teóricas y metodológicas. A los estados de conocimiento de estas últimas los denomina paradigmas y las transformaciones de los paradigmas constituyen revoluciones científicas, patrón usual de desarrollo de una ciencia madura. Subraya Kuhn, que ninguna teoría resuelve todos los problemas con que en un momento dado se enfrenta pero, a la vez, los paradigmas surgidos en diferentes ciencias no deben entrar en contradicción entre sí. No es el contenido de verdad lo que lleva a una teoría a establecerse como paradigma, sino la aceptación o el consenso de la comunidad científica.

Toulmin (en Ruiz y Ayala, 1998), hace una apreciación diferente sobre el desarrollo de la ciencia y considera que la teoría de la selección natural y la evolución de Darwin, puede ser aplicada en tal sentido, ya que la ciencia evoluciona a partir de un proceso de competencia entre teorías que son enfrentadas entre sí y aceptadas o rechazadas por la comunidad científica (esta analogía también fue hecha y analizada por Popper y puede ser consultada en Ruiz y Ayala, 1998). En suma, considera que la explicación darwinista de sobrevivencia por selección, puede extenderse a la evolución de las ideas pero, enfatiza, que no se trata de extrapolar el conocimiento biológico sino de encontrar los factores comunes a ambos procesos.

Hay que tener presente que las definiciones nominales o los fenómenos sobrenaturales no hacen parte de la ciencia, dado que, en su orden, son convenciones humanas o no se dispone de *métodos* para su verificación (Tamayo-Tamayo, 2000).

Así mismo, es importante diferenciar las verdades de los juicios de valor. Las primeras son aceptadas por el hombre a la luz de lo factible o lo probable, de la demostración, de la experimentación... Los segundos corresponden a apreciaciones de los sujetos y, por tanto, expresan opiniones influenciadas por la biología del individuo o por su cultura. Así, por ejemplo, afirmaciones como esta manzana es buena, o la deshonestidad es mala, son sólo valoraciones del sujeto –individuo o colectividad–, por lo que no vale buscar argumentos para probar su verdad o falsedad. Los juicios de valor, por tanto, no son ni verdaderos ni falsos (Fronzizi, 1994). Fronzizi citando a Russell, refiere que los juicios de valor están fuera del dominio de la ciencia, no porque pertenezcan a la filosofía, sino porque “están enteramente fuera del dominio del conocimiento”.

“...lo esencial de la ciencia es ser una actividad social e histórica, mediante la cual el hombre se apropia de su mundo, y por tanto una práctica de producción de conocimientos que le permiten transformar la realidad (él y su entorno): lo central de la ciencia es, pues, la investigación” (Torrado, 2003).

En razón de lo anterior, dos principios éticos debe cumplir el científico (Hull en Ruiz y Ayala, 1998): 1) No robar información de otros estudios, lo cual señala que debe dar los créditos a la información tomada de otros autores y, 2) No falsear la información. Ahora bien, si el principio de la ciencia es la búsqueda de la verdad, un investigador que falsea información

claramente no puede ser llamado científico; a la vez, ocasiona gran daño en la búsqueda de la verdad por cuanto sus “resultados” pueden contradecir la dirección correcta de búsqueda.

En otro orden de ideas, Rescher (1994) nos refiere que hay dos tipos de ignorancia, la primera asociada a las preguntas meramente incontestables y, la segunda, a las impreguntables. Las primeras suponen que el estado del conocimiento no permite resolver tales preguntas, las segundas, suponen una ignorancia de un nivel más profundo porque ni siquiera plantearíamos la pregunta y, de hecho, ni siquiera podríamos entender la respuesta si la tuviéramos.

Pero no nos engañemos, esta apreciación es válida también en el mismo hombre a lo largo de su proceso histórico; las preguntas del hombre primitivo (hace 150.000 años) podrán parecernos absurdas hoy día, pero las preguntas actuales serán igualmente absurdas para el hombre dentro de quizá 200 ó 500 años. Por ello, “En la ciencia, como en la guerra, las batallas del presente no pueden lucharse eficazmente con los armamentos del pasado” (Rescher, 1994).

“El enfoque histórico de las ciencias nos muestra que la ciencia no ha sido siempre lo que es hoy”...“En sus orígenes se confundía con saberes prácticos, técnicas cotidianas, sentido común, mitos y filosofía” (Torrado, 2004).

Cada época de la historia se caracteriza, pues, por una particular concepción del mundo e incide en la conformación de una cosmovisión a la que con frecuencia llamamos *verdad* (Cravero, 1992).

La *episteme* o idea del saber es creación de Aristóteles; proviene del griego y su significado primordial es: saber, conocimiento, ser capaz de, saber con certidumbre, estar bien informado; del griego pasó al latín como *Scientia*. La Teoría del conocimiento o Epistemología, como rama especializada, aparece tan sólo hasta el siglo XIX. (Sierra-Gutiérrez, 2004).

La epistemología se refiere a la teoría de la ciencia. También a la filosofía *de, en, desde, con y para* la ciencia; describe sus problemas, métodos, técnicas, estructura lógica, resultados generales, implicaciones filosóficas, categorías e hipótesis. Se trata de una filosofía que pretende serle útil a la ciencia al revisar sus fundamentos; si se quiere, se refiere a la metaciencia o ciencia de la ciencia (Bunge, 1996).

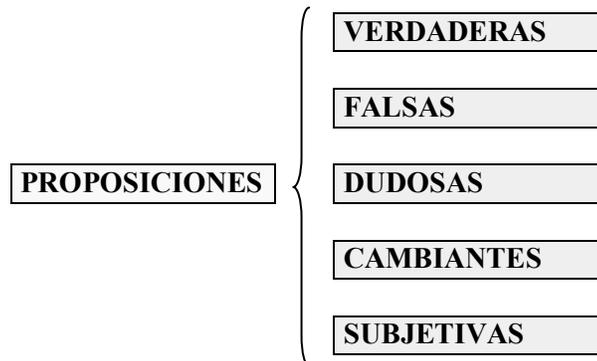
La epistemología se sitúa como la teoría del conocimiento científico, y se caracteriza por su método, razón por la cual podemos decir que la *epistemología de la ciencia es el método científico*. Toda ciencia está estructurada por dos elementos básicos: la teoría y el método de trabajo (Tamayo-Tamayo, 2000). La epistemología hoy día ha logrado relativa independencia del quehacer filosófico para convertirse en una labor estructurante de cada ciencia (Sierra-Gutiérrez, 2004).

“En tanto discurso sistemático, la epistemología encontraría en la filosofía sus principios y en la ciencia su objeto, tendiendo así un puente entre estas dos formas de discurso racional. La ciencia sería un pretexto para filosofar” ... “La epistemología de Lonergan está enmarcada más

globalmente en una meta-teoría de la significación que responde a la pregunta: ¿en qué consiste la significación de la significación?” (Sierra-Gutiérrez, 2004).

1.3 Ciencia y Lenguaje

La ciencia se sirve del lenguaje con el cual crea, entre otros, *proposiciones, términos o conceptos*. Las proposiciones son expresiones del lenguaje; son la representación lingüística de un estado de cosas y con este tipo de expresiones se formulan hipótesis, axiomas, leyes y teorías. Hay diferentes tipos de proposiciones (Seiffert, 1977):



Como ejemplos de las anteriores y en igual orden tenemos:

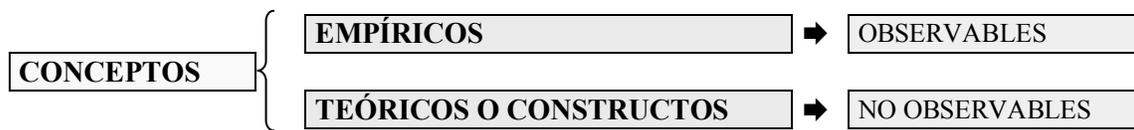
- Los peces nadan
- Las ballenas se extinguieron
- Hay vida en otros planetas
- Los organismos surgen por generación espontánea -fue aceptado y posteriormente refutado-
- Los tiburones están más adaptados al medio acuático que los insectos al terrestre -no hay acuerdo-

En cuanto a los *términos* Seiffert (1977) anota que se trata de predicados científicos y por ende están regulados en su uso, es decir, explícitamente acordados.

Los *conceptos*, por su parte, surgen a partir de las sensaciones y percepciones que agrupamos según elementos comunes que se refieren a propiedades de los objetos y que nos permiten diferenciarlos de los demás. Son entonces representaciones mentales a las que le designamos un término o expresión simbólica que lo sintetiza. Así, por ejemplo, *forma* es un concepto abstracto y *forma redonda* un concepto concreto, este último demanda características más específicas para su discriminación (Ladrón de Guevara, 1981).

Es error considerar que los conceptos existen como fenómenos, ya que éstos son sólo abstracciones obtenidas de la realidad, y su finalidad es simplificar una serie de observaciones que se pueden clasificar bajo un mismo nombre. Cada ciencia tiene su propio sistema conceptual, aunque la definición de éste se confunde en ocasiones con la del lenguaje vulgar (Tamayo-Tamayo, 2000).

Los conceptos se denominan empíricos cuando son observables, y teóricos o constructos, cuando no lo son, es decir, cuando son abstractos. Así, por ejemplo, el concepto *altura* puede ser observado y medido, mientras que el concepto *amor* no, por lo que su estudio demanda su operacionalización a través de alguna variable observable que pueda representar en forma adecuada su significado. Los avances de la ciencia pueden llevar a que un concepto teórico se torne empírico (Seiffert, 1977).



Otro tipo de proposiciones son las *hipótesis*, que se definen como una conjetura o propuesta provisional de cualquier grado de generalidad, susceptible de comprobación o de ser puesta a prueba para determinar su validez mediante un método apropiado. Una hipótesis que no esté sujeta a la posibilidad de refutación empírica, no pertenece al campo de la ciencia. La hipótesis permite la interpretación de un fenómeno o de sus partes o plantea explicaciones o soluciones tentativas a un problema u objeto de investigación.

Ladrón de Guevara (1981) señala que las hipótesis dependen de la perspectiva teórica empleada y permiten afianzar la última o, por el contrario, generan incertidumbre o correcciones en ella. Adiciona que las hipótesis deben reflejar de manera explícita los objetivos de una investigación y de ellas se desprenden los procedimientos a emplear para su comprobación.

Por su parte, Tamayo-Tamayo (2000) nos señala que la investigación se enmarca dentro de la realidad que se investiga, por tanto, en los antecedentes y en las teorías vigentes. Al analizarse una teoría, pueden deducirse relaciones distintas a las ya establecidas que no sabemos si son o no correctas. Allí cabe entonces una nueva hipótesis que, de comprobarse, hará parte de una futura construcción teórica, por lo que la relación entre hipótesis y teoría es muy estrecha. Las hipótesis parten, por lo general, de situaciones o problemas que el investigador no ha podido asociar a una teoría particular que conoce o estudia.

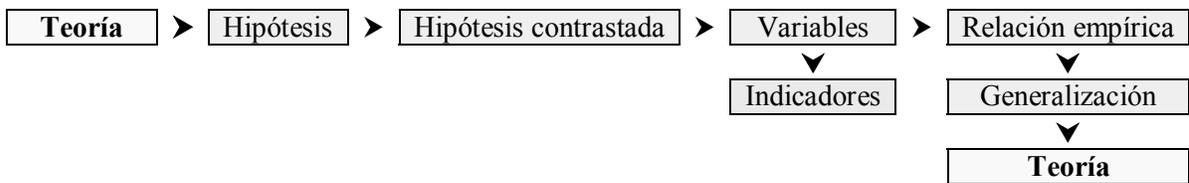
El siguiente ejemplo permite reconocer el proceso en cuestión:

Margalef (1977) nos refiere para el campo de la ecología como teoría o teoría en construcción el siguiente enunciado: *los nutrientes juegan un papel más importante y limitante en la competencia vegetal que la luz*. Tal aseveración podría ser cierta en todos los casos o, por el

contrario, podríamos suponer que se cumple en algunas situaciones como, por ejemplo, cuando empieza un proceso de sucesión y hay alta incidencia lumínica sobre el sustrato. Pero, contrariamente, en procesos avanzados de sucesión cuando el follaje del bosque reduce la incidencia lumínica, muchas especies pioneras u oportunistas no podrían germinar independientemente de los nutrientes presentes en el suelo. En tal caso, plantearíamos una nueva hipótesis que se corroboraría a lo largo de una investigación:

H₁: la competencia entre especies vegetales está más afectada por la luz que por los nutrientes, en ecosistemas con alto desarrollo de follaje y baja intensidad lumínica.

A partir de una teoría específica se pueden plantear entonces hipótesis que apoyen la misma o, por el contrario, que pretendan demostrar que no se cumple en algunas circunstancias particulares. Este proceso nos lo representa Tamayo-Tamayo (2000) del modo siguiente:



Cabe destacar que el diagrama anterior conecta las hipótesis con la metodología que habrá de validar la teoría previa o que habrá de dar lugar a una nueva teoría.

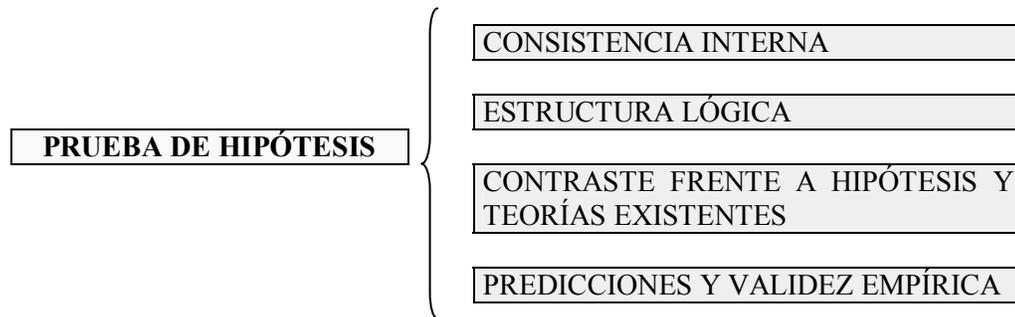
A las hipótesis científicas se llega de muchas maneras, dado que hay múltiples principios cognitivos heurísticos como la inducción, la analogía o la deducción, pero, también, pueden plantearse desde conjeturas, resultados de otros estudios, relaciones entre variables o teorías (Tamayo-Tamayo, 2000).

Ladrón de Guevara (1981) y Tamayo-Tamayo (2000) nos advierten que durante la formulación de las hipótesis deben evitarse adjetivos, juicios de valor o expresiones de contenido subjetivo. Además, para su comprobación deben especificarse las unidades de observación, la clase de hechos que deben observarse, o la clase de referentes empíricos que habrá de emplearse para someterla a prueba. El que una hipótesis sea verificable significa que las características del fenómeno que se investiga a la luz de las técnicas disponibles, permite efectuar las observaciones y mediciones que se requieren para su contraste (Wallace, en Ladrón de Guevara, 1981). Por tanto, las hipótesis deben caracterizarse por tener referentes empíricos.

Ladrón de Guevara, en contraposición a muchos otros investigadores, considera que las investigaciones de carácter exploratorio deben también presentar hipótesis, las cuales responden a la pregunta *¿cuáles son las razones que justifican esta investigación y qué se espera de ella?*

Hay gran diversidad de hipótesis y cabe referir, entre otras, las de *caracterización*, que afirman, por ejemplo, que algo desempeña un papel o posee una determinada característica; las *estadísticas*, que dan lugar a los enunciados parte-parte y las *causales* que establecen relaciones entre variables (Ladrón de Guevara, 1981).

Cuando se prueba una hipótesis –se valida o se rechaza-, se confrontan cuatro actividades diferentes (Ruiz y Ayala, 1998):



Una vez se verifica y acepta una hipótesis, se construye un enunciado del siguiente tipo (Seiffert, 1977):

- 1) *Individual*, cuando se refiere a un evento particular o singular como, por ejemplo, *este* grupo de personas no presenta incidencia de la gripe. Los enunciados son válidos para el lugar y el momento del estudio.

Los enunciados individuales se asemejan a la forma de *este...*

- 2) *Parte-parte*, cuando se establecen a manera de probabilidad como, por ejemplo, el 78% de los trabajadores de la empresa no mostraron incidencia de la gripe. Al igual que el enunciado individual es válido para el lugar y momento en que se formulan. Este tipo de enunciado es muy común en las investigaciones de hoy día, dado que se refieren a casos particulares donde no se pretende generar una ley o una teoría, pero sí se quiere evaluar la distribución de una propiedad en un grupo o población de referencia. En estos casos se estudian poblaciones mediante *muestras representativas* y, a partir de tales resultados, se realizan inferencias sobre la población. Los resultados derivados de estas investigaciones son aceptados cuando exhiben un error de muestreo pequeño que, de hecho, puede ser generalmente estimado.

Los enunciados parte-parte se asemejan a la forma de *algunos...*

- 3) *General*, cuando abarcan más de un caso o evento y trascienden sobre un conjunto mayor de elementos. Este tipo de enunciados puede dar lugar a *leyes* más universales y, en buena medida, constituyen el principal propósito de ciencias como la física, la química, la astronomía o la biología. En esta última se destacan, por ejemplo, las leyes de Mendel sobre la herencia genética. La generalidad no es, sin embargo, un objeto primordial en las

ciencias sociales donde se reconoce que las sociedades y los individuos pueden actuar de manera diferente por circunstancias históricas o culturales.

Las leyes, a su vez, pueden recapitularse en *teorías* las cuales resultan más universales y engloban un conjunto de aquellas (Seiffert, 1977). El término teoría a menudo implica un cuerpo de conocimiento, un grupo de explicaciones y principios relacionados entre sí, y los hechos que los sostienen (Ruiz y Ayala, 1998). Las leyes y las teorías son entonces conjuntos de proposiciones que se interrelacionan para dar explicación de un fenómeno o para expresar las interrelaciones entre las variables del fenómeno. Las teorías de la evolución de Darwin y de la relatividad de Einstein, constituyen algunas de las teorías más importantes aceptadas por el hombre hoy día.

Los enunciados generales toman la forma de *todos...*, *o ninguno...*

Las teorías cumplen diversas funciones como son (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998):

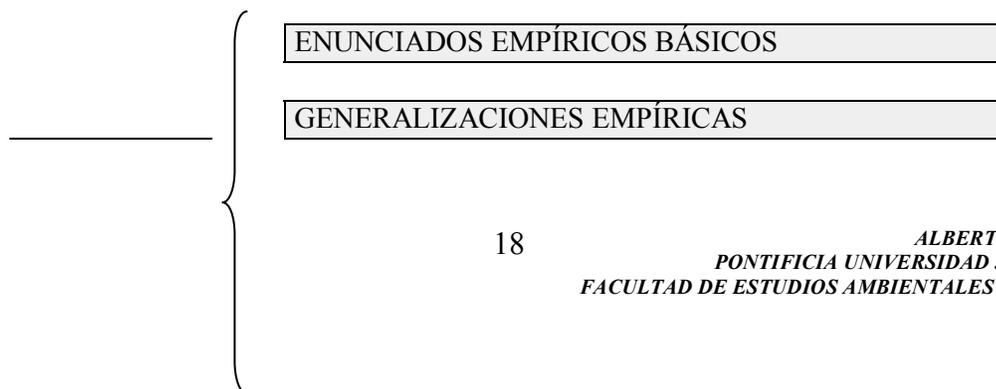
- *Explicar*, decir por qué, cómo y cuándo ocurre un fenómeno
- *Sistematizar*, o dar orden al conocimiento sobre un fenómeno o realidad
- *Predecir*, es decir, hacer inferencias a futuro

Respecto a este último punto, Ladrón de Guevara (1981) y Tamayo-Tamayo, (2000) también consideran que la predicción es de gran importancia para la ciencia, sin embargo, Seiffert (1977), en lo atinente a las ciencias fácticas, asienta que las predicciones son enunciados prácticos y no científicos, que por tratarse de eventos futuros no hacen parte de las ciencias. Este último autor refiere, además, que las predicciones deben hacerse bajo las cláusulas *rebus sic stantibus* (tal como ahora están las cosas) *o ceteris paribus* (si todo lo demás permanece igual).

Cabe añadir que según Hernández-Sampieri *et al.* (1998) no hay teorías buenas o malas porque las teorías explican verdaderamente cómo y por qué ocurre o se manifiesta un fenómeno, de lo contrario, se trata de creencias, suposiciones, ocurrencias, especulaciones o pre-teorías.

Para Putnam (1985) “...una teoría sólo es aceptada si tiene éxitos explicativos fundamentales, no *ad hoc*. Esto va de acuerdo con Popper; desgraciadamente, va aún más de acuerdo con las explicaciones “inductivistas” que Popper rechaza, pues éstas subrayan más el apoyo que la falsación.”

Las teorías pueden basarse en alguna de las siguientes clases de proposiciones (Ladrón de Guevara, 1981):



TEORÍAS

ENUNCIADOS TEÓRICOS CON BASE EMPÍRICA

ENUNCIADOS TEÓRICOS CON BASE TEÓRICA

ENUNCIADOS TEÓRICOS GENERALES

- a) *Enunciados empíricos básicos*: se refieren a un caso de estudio independientemente de si esa relación pudiera ser o no generalizable a un número mayor de casos. Por ejemplo, la tasa de nacimientos en la ciudad A fue mayor que la de la ciudad B en 1998.
- b) *Generalizaciones empíricas*: a diferencia de la anterior, generalizan las relaciones empíricas observadas a la clase. Por ejemplo, la tasa de crecimiento poblacional de los países subdesarrollados es mayor a la de los países desarrollados.
- c) *Enunciados teóricos con base empírica*: formula una explicación de la relación existente entre dos o más factores empíricamente observados. Por ejemplo, la mayor tasa de crecimiento de los países subdesarrollados se explica en su mayor pobreza y menor educación.
- d) *Enunciados teóricos con base teórica*: no se apoyan en una base empírica y generalizan a un nivel más abstracto y más general. Por ejemplo, el crecimiento exponencial de la especie humana deberá dar paso a una fuerte caída de la misma por agotamiento de recursos, guerras por competencia o por mayor incidencia de enfermedades.
- e) *Enunciados teóricos generales*: son los postulados más generales que maneja una teoría y de ellos se desprenden desde un punto abstracto y general los diversos tipos de enunciados. Tienen una fuerte connotación epistemológica ya que entrañan la aceptación de supuestos más generales que suelen pertenecer al campo de la filosofía de la ciencia y de la filosofía propiamente. Por ejemplo, ninguna especie puede crecer en forma exponencial por tiempo indefinido.

1.4 Clasificación

Para Sober (1996) «ciencia» debería usarse como un término único que abarcara todas las disciplinas. Aun así, la ciencia suele dividirse de múltiples maneras y en la literatura se encuentran diversas clasificaciones que varían según unos y otros autores. Quizá la clasificación más universal es aquella que se refiere a las *ciencias formales* y a las *ciencias fácticas* (Bunge, 1996).

En las ciencias formales se encuentran la lógica y las matemáticas las cuales se fundamentan en el método deductivo –aunque también se valen de otros-, y su propósito es la *demonstración* de teoremas y postulados. Trabajan con conceptos abstractos producidos sin referencia directa a objetos percibidos por la experiencia (Ladrón de Guevara, 1981). Para ello, parten de un

sistema axiomático o conjunto de proposiciones aceptadas o previamente demostradas. Por sus características, estas ciencias dan origen a un conocimiento final (Tamayo-Tamayo, 2000), no obstante, pueden crear nuevos y diferentes conocimientos cuando se modifica el sistema axiomático de origen. El método deductivo parte de lo general y de allí va a lo particular, por lo que una vez es demostrada una condición para un conjunto de elementos, es también válida la inferencia para cada elemento.

Las ciencias fácticas, a diferencia de las formales, se fundamentan en la *PERCEPCIÓN* u observación del mundo exterior; en la experiencia humana. Su razonamiento es, en esencia, inductivo, por lo que va de lo particular a lo general y su propósito es la *verificación*, lo que lleva a la generación de un conocimiento temporal, es decir, conocimiento que se acepta como verdad hasta que nuevos razonamientos o nuevas técnicas permitan formular explicaciones más coherentes o amplias sobre un fenómeno, o hasta que se reconoce un caso singular que no cumple con la regla.

Dada la importancia de la percepción en el desarrollo de las ciencias fácticas o inductivas, cabe hacer un paréntesis para ahondar en este tema, antes de continuar con la clasificación de las ciencias.

La percepción está sesgada al fenómeno humano tal como nos lo explica Hoffman (2000) quien relata que el mundo que vemos es una construcción cerebral que parte de una imagen plana, invertida, carente de colores, formas, texturas o movimiento; por tanto, todas las cualidades que observamos en los objetos del mundo obedecen a un proceso cognitivo de *CONSTRUCCIÓN* que, de hecho, es diferente al de otras especies y que incluso varía en mayor o menor grado de una persona a otra. Lo mismo sucede con otras formas de percepción, con lo que oímos, olemos, palpamos o saboreamos. Por lo anterior, la información que percibimos puede no ser reflejo de una realidad. La experiencia y el conocimiento previo pueden ayudarnos a reconocer algunos de esos errores perceptuales. De hecho, para Ladrón de Guevara (1981) el tiempo es también un referente de acontecimientos pasados, presentes o futuros que cambia entre las especies.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la construcción visual del universo no solamente cambia entre las especies sino, también, entre las personas; a manera de ejemplo, algunos sujetos ven los colores de forma diferente, otros más con algún daño cerebral generan patrones de colores diferentes o pierden completamente la capacidad de ver el color, o incluso hay quienes pierden la posibilidad de percibir el movimiento (Gardner, 1997), o de reconocer los objetos o las personas (Luria, 1979).

En adición a lo anterior, Newton (en Hoffman, 2000) nos dice que los rayos de luz carecen de color y a pesar de ello, el mundo se percibe a color ya que nuestro cerebro le imparte a cada cosa u objeto tal característica con base en tres tipos de pigmentos que traducen el rojo, el verde y el azul, ellos son respectivamente el *critrolabio*, el *clorolabio* y el *cianolabio* (Coren *et al.*, 2001) y sus puntos de absorción están aproximadamente en 570, 535 y 445 nm del espectro electromagnético, en su orden (Brown y Wald, en Schiffman, 1997).

No podemos pasar por alto los inmensos aportes hechos por los padres de la Gestalt Max Wertheimer, Kurt Koffka y Wolfgang Köhler, a las teorías de la percepción visual. Tales científicos encontraron que poseemos mecanismos biológicos automáticos que organizan y agrupan la imagen percibida atencionalmente, con el propósito de permitirnos componer una figura significativa y congruente. Para ello, el cerebro extrae características de forma, color, brillantez, orientación, longitud y curvatura de configuraciones del todo y no de las partes (Coren *et al.*, 2001). Ello nos lleva a *agrupar o a clasificar* las cosas y los objetos por patrones tales como la proximidad entre ellos, la similitud, la buena continuación, la región común, la pregnancia y la conectividad, principalmente. Es por ello que vemos un círculo donde sólo hay trazos de éste, o reconocemos un único objeto aunque está parcialmente oculto entre múltiples figuras, o conservamos la forma o el color de los objetos (constantes perceptuales) en situaciones cambiantes de éstos. Por tanto, una cosa son las ondas electromagnéticas que llegan a la retina, y otra, las construcciones que realiza el cerebro con ellas (fig. 1).



Figura 1. Ejemplos clásicos de la construcción Gestalt visual.

Otros aportes importantes a la percepción visual provienen de Dondis (1982) y de Arnheim (1985) quienes nos aclaran que la identificación de objetos no es una tarea simple ya que cada percepto es diferente al almacenado en la memoria, por lo que la percepción de la forma es siempre una abstracción, pues ver consiste en la captación de los rasgos estructurales más que en el registro indiscriminado de los detalles, opera entonces al nivel cognoscitivo de la formación de conceptos. Añade Arnheim que es necesario ver los cambios físicos del objeto como desviaciones a partir de una forma normativa y no como objetos cambiantes. Cuando vemos, por ejemplo, una casa, un perro o una persona que no hemos visto antes, podemos de manera inmediata, fácil y rápida identificarla como tal, a pesar de las enormes diferencias que puedan tener con una casa, un perro o una persona más típica o representativa de la clase. Lo interesante de tal hecho es que en la memoria no tenemos casas, perros o personas promedio que se modifican con cada nuevo elemento que percibimos, ni tampoco almacenamos a todos ellos. Con todo, en apenas una fracción de segundo reconocemos la clase a la cual pertenece el objeto o el sujeto.

Arnheim adiciona que “No se hubiera llegado a ninguna de estas concepciones si los sentidos no fueran lo suficientemente inteligentes como para diferenciar lo duradero de lo cambiante y percibir lo inmóvil como una fase de la movilidad”. La memoria es entonces un medio mucho

más fluido que la percepción porque está más alejada de las comparaciones con la realidad (Lewin, en Artheim, 1985). Por esto, algo tan elemental como la habilidad de formar la idea general de un triángulo requiere un gran proceso cognitivo ya que éste no deberá ser oblicuo, ni rectangular, ni equilátero, ni isósceles, ni escaleno; sino todos y ninguno a la vez (Locke, en Artheim, 1985).

Hoffman (2000) concluye que hay dos realidades: la relacional o *real*, y la *fenomenológica* o del individuo y, una y otra, no necesariamente son iguales.

De hecho, los sujetos con una capacidad sensorial deficiente no registran la totalidad de los detalles de lo que se encuentra en su entorno y, parte de lo que captan, está deformado o es incompleto. En definitiva, esta restricción sensorial reduce la calidad de la información sobre la que deben reflexionar. Ejemplo de ello es cuando se vive en ambientes urbanizados; es así como la naturaleza de la forma de nuestras ciudades implica que tengamos una frecuente exposición a líneas verticales (construcciones, esquinas, mobiliarios, etc.) y horizontales (suelos, techos, bordes de mesas, etc.) y en términos proporcionales, tenemos mucho menos exposición y, por ello, agudeza visual a las líneas oblicuas. En general, esto confirma que mucho de lo que percibimos y muchas de las distinciones perceptuales que hacemos están bajo un gran influjo de la cultura y del ambiente en donde fuimos criados (Coren *et al.*, 2001).

Las construcciones y representaciones mentales, de hecho, también cambian cuando estamos bajo influencia del alcohol, la marihuana, la escopolamina y otras drogas alucinógenas; aunque la vista sigue viendo lo mismo, el cerebro cambia su forma de construcción. Por tanto, lo que usted percibe en cualquier situación, no es necesariamente igual a lo que percibe quien está a su lado (Coren *et al.*, 2001). De gran importancia, también, es el balance endocrino del organismo ya que durante el embarazo puede agudizarse bruscamente la sensibilidad olfativa, mientras que descienden la visual y la acústica (Luria, 1984).

Como si fuera poco, Luria nos refiere que los niños tienen capacidades *cinestésicas* que se pierden progresivamente durante el crecimiento, tal capacidad señala que podemos, por ejemplo, ver con la audición, palpar con la vista, o saborear con el olfato y, de hecho, en algunas personas se prolongan tales capacidades hasta la edad adulta. Este autor nos refiere también, que tenemos vestigios de foto-sensibilidad en la piel y por ello las yemas de los dedos pueden en ocasiones percibir los matices de colores.

Hoy día, muchos científicos creen que las cosas no son como vulgarmente las percibimos, por cuanto lo que percibimos es un mundo de partículas y ondas y, por tanto, la imagen y la representación del mundo no es más que una re-construcción llevada a cabo por nuestro cerebro (Cravero, 1992). Adiciona Cravero, que aspectos como la clase social, la vida que haya llevado una persona o incluso el género, inciden en la forma particular de ver el mundo y, con ello, contribuyen a falsificar el testimonio de la conciencia.

Rescher (1994) va aún más lejos y se pregunta sobre la clase de ciencia que podría entonces construir una civilización distinta a la especie humana o extraterrestre. Este autor supone que diferirá en términos prácticos entre especies acuáticas, subterráneas y terrestres, no solamente por la dotación perceptual de cada una de ellas sino, también, por sus propios intereses y

necesidades. Tales ciencias estarían, además, íntimamente vinculadas al modelo particular de su interacción con la naturaleza y a la constitución física, biológica y social que expresen. Su ciencia estará conectada con su dotación biológica, su herencia cultural y su nicho ambiental. Por lo anterior, probablemente nuestro tipo humano de ciencia sea *sui generis* y “parece que en la ciencia, como en otras áreas de la empresa humana, somos prisioneros del mundo de pensamiento que nuestra herencia biológica y social e intelectual nos proporciona.”

Complementa Rescher que “La tesis de Immanuel Kant es válida: hay buenas razones para creer que la ciencia natural, tal como la conocemos, no es algo universalmente válido para todas las inteligencias racionales como tales, sino una creación del hombre correlativa a nuestra inteligencia específicamente humana”. Tal como nos lo refiere este autor, el desarrollo de la astronomía está asociada al hecho de que vivamos sobre la superficie del planeta, a que los ojos sean nuestra principal vía de comunicación con el entorno y a que la agricultura juegue un rol esencial en nuestra supervivencia.

Ahora bien, ¿cómo se hubiera construido la ciencia en el planeta Tierra si la evolución hubiese llevado a que la inteligencia hubiese recaído por ejemplo, en los tiburones, los búhos o los topos? o quizá en los árboles? Los tiburones son marinos y fundamentan gran parte de su existencia en la detección de ondas eléctricas en el agua; los búhos dominan el espacio aéreo y se valen del oído y la visión nocturna; los topos viven enterrados y por ello han perdido casi completamente la vista. Es decir, la percepción que cada una de dichas especies hace del entorno es completamente diferente y, por ello, la representación que harían del universo sería también distinta.

Nuestra ciencia es, simplemente, una entre muchas más y el que asumamos que todas las formas de vida posibles en otros planetas se basan en el carbono y, además podrían alcanzar una representación científica como la nuestra, nos sitúa en un exceso de inductivismo. El que hayamos mandado una sonda espacial con información nuestra a recorrer el universo nos indica, a todas luces, que estamos convencidos de tener la verdad ya que suponemos que todos los seres inteligentes de otros planetas tendrán una concepción del universo como la nuestra. Así como Seiffert (1977) nos advierte que no podemos asegurar que todos los cisnes son blancos porque vemos un cisne blanco, tampoco podemos presuponer que la vida y la inteligencia serán en los demás planetas, como en la Tierra. Todo esto debería por lo menos hacernos reflexionar sobre la forma particular en que los humanos comprendemos el universo y, con ello, tornarnos más humildes por cuanto nuestra ciencia y nuestras representaciones podrían ser completamente diferentes a la *realidad* la cual, quizá, no podemos llegar ni a imaginarnos.

Podemos hoy día estar tan equivocados de la realidad con nuestras apreciaciones, como lo estaban los indígenas que sacrificaban sus hijos al dios sol para que les proveyera de buenas cosechas, y estamos hablando tan sólo de un par de centenares de años de separación.

De hecho, la representación de un componente de un sistema varía con el *uso* que cada especie da al mismo. El pasto no representa lo mismo para el ñu que para el león, e incluso a nivel de depredadores próximos, también, cambian las percepciones, por tanto, el búfalo no representa lo mismo para el león que para el guepardo ya que el primero por su gran tamaño lo caza, pero

el segundo no. De manera paralela, las representaciones cambian entre las personas y por ello la concepción de un árbol varía radicalmente para distintas personas: ecólogo, ingeniero forestal, abogado, campesino, pescador, cazador... Sin ir muy lejos, a lo largo de la vida una misma persona transforma drásticamente las representaciones de su universo.

En este punto cabe citar el pensamiento de Morin (1981) quien nos refiere que “Todo conocimiento cualquiera que sea, supone un espíritu cognoscente, cuyas posibilidades y límites son los del cerebro humano...” por lo anterior, añade Morin, no hay un punto objetivo desde donde se pueda contemplar el universo por lo que nosotros, los observadores, constituimos un punto subjetivo.

En tiempos modernos hemos podido, gracias a la tecnología, cambiar muchas de nuestras propias percepciones y con ello hemos modificado las representaciones mentales del universo. Así, por ejemplo, un científico que pasa largas horas observando el comportamiento de las estrellas de mar, apenas reconoce que se mueven o que hacen algo, por lo que concluye que son organismos sésiles y aburridos. No obstante, científicos que han colocado cámaras de vídeo que toman fotos cada cierto tiempo y con ello logran registrar en segundos o minutos la conducta de decenas de horas, han develado, ante nuestros ojos, un comportamiento inesperado que, por el contrario, muestra relaciones de búsqueda, agresión y depredación al estilo de las que observamos entre leones y cebras, sólo que ocurren a otro ritmo de tiempo. Situaciones similares han sido reconocidas no solamente en escenas de cámara rápida como la anterior, sino de cámara lenta, de películas infrarrojo, ultravioleta o térmicas. Igual ha ocurrido con la invención del microscopio y el telescopio, los rayos X, el radar, el sonar, la ecografía, la resonancia magnética, la fotografía satelital y muchos más. Es decir que, con la tecnología hemos ampliado los órganos perceptuales con que reconocemos el universo y, gracias a ella, estamos reconstruyendo las representaciones que habíamos forjado desde nuestros aditamentos biológicos.

La percepción, por tanto, no es suficiente para interpretar un fenómeno si no se cuenta con un conocimiento científico que lo apoye. Es así como Jacob (1988) nos indica que cuando Leeuwenhoek descubrió un mundo de seres bajo la observación del microscopio, no sabía qué hacer con aquél ya que era incapaz de atribuirle una relación con el resto del mundo viviente. Por ende, no basta percibir un fenómeno para aceptarlo por cuanto es necesario contar con teorías que lo expliquen.

Después de este paréntesis, retornamos a los métodos fácticos, donde es más práctico trabajar con enunciados parte-parte que no se tambalean tan pronto surge un único caso que no se cumple (Seiffert, 1977). Aun así, el razonamiento inductivo del científico lo lleva a no estudiar una hoguera sino a buscar los procesos generales de combustión de todas las hogueras, es decir, a formular leyes y teorías generales (Tamayo-Tamayo, 2000). Las ciencias fácticas son fundamentalmente empíricas y se valen de los hechos, las observaciones o las experimentaciones.

Seiffert nos refiere como ejemplo clásico de las ciencias fácticas el siguiente: si yo veo un cisne blanco puedo asegurar que *¿todos los cisnes son blancos?*, es más, si yo veo una bandada de cisnes blancos *¿puedo hacerlo?*, si viajo a muchos lugares del planeta y sólo veo

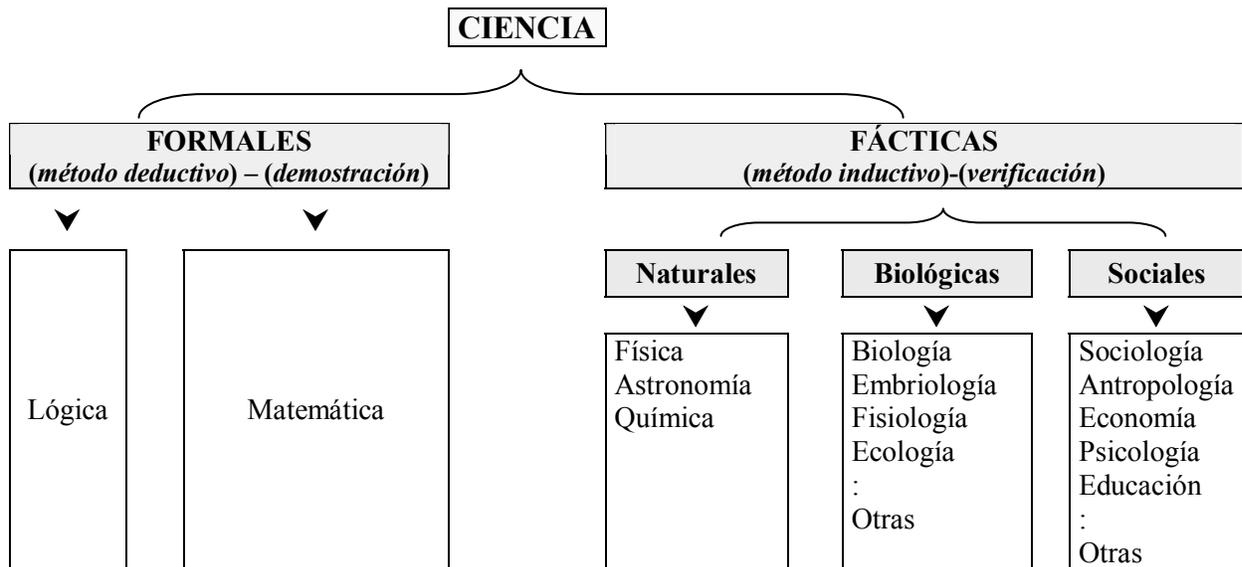
cisnes blancos, ¿puedo generalizar? La respuesta en todos los casos es *no*, ya que en el tiempo nada garantiza que no hayan existido cisnes de otros colores o que vayan a existir en un futuro, a la vez que, tampoco hay garantía que en otros lugares no visitados puedan existir cisnes de otros colores. Por tanto, no se puede elevar a ley la afirmación “todos los cisnes son blancos” y es más cauto aseverar que *hasta ahora, todos los cisnes observados son blancos* (si así fuera).

Seiffert (1977) refiere respecto al estudio de la causalidad que éste se enmarca dentro de las ciencias inductivas y dado que no hay ninguna ley absolutamente segura, tampoco puede haber ninguna causalidad absolutamente verdadera. La causalidad es entonces, probabilística, y si bien las probabilidades son una forma de caracterizar nuestra ignorancia, nos permite obtener *generalizaciones significativas* (Sober, 1996).

Para Tamayo-Tamayo (2000) el conocimiento que alcanzan estas ciencias es racional y objetivo. El primero se refiere a que está constituido por conceptos, juicios y raciocinios, donde las ideas se organizan en proposiciones ordenadas por reglas lógicas y, el segundo, a que concuerda aproximadamente, con su objeto, a la vez que verifica y contrasta ideas con hechos.

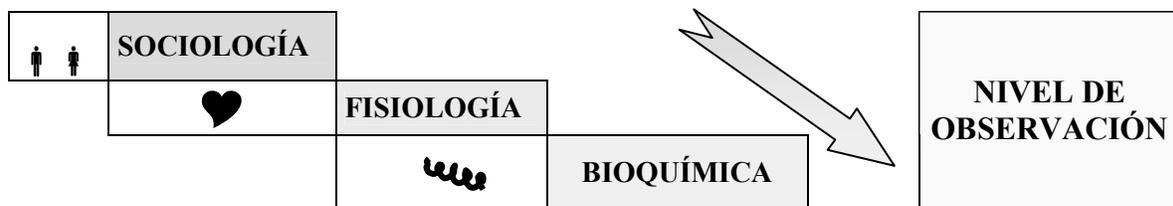
Ladrón de Guevara (1981) escalona los niveles de organización de la realidad desde la materia inorgánica como el nivel más simple, a la orgánica de los seres vivos y, de allí, alcanza su mayor complejidad en los seres humanos. Tomando como punto de partida la organización previa, las ciencias fácticas pueden subdividirse en naturales, biológicas y sociales. A las primeras pertenecen la física, la astronomía o la química que tratan sobre el mundo inorgánico, es decir, la materia y la energía; a las segundas la biología, que surge como una línea que explica el componente orgánico representado por macromoléculas capaces de generar orden en un universo dominado por la entropía y cuyas características pueden ser mejor explicadas desde la evolución que desde la termodinámica. Por último, las ciencias sociales buscan explicar el fenómeno humano que no puede ser comprendido en forma apropiada desde las anteriores, dados los actos de volición y decisión derivados del razonamiento propio de los individuos de nuestra especie, lo cual ha llevado al origen y desarrollo de diversas sociedades y culturas. Cabe referir en estas últimas, a la sociología, la psicología, la antropología, la economía y la educación, como las más importantes.

En relación con las ciencias sociales o humanas Cerro y Bervian (1997) nos refieren que dado que las acciones del hombre están condicionadas por la volición, se restringe o limita la promulgación de leyes precisas, exactas o de gran rigor, situación que no ocurre o es menos evidente en otras ciencias. Añaden estos autores que, aun así, las ciencias sociales pueden verse como una *ciencia*, ya que estudian fenómenos reales no abordados por otras ciencias y, a la vez, por cuanto las causas y leyes descubiertas expresan relaciones entre los hechos. Adicionan que el fenómeno humano tiene mayor complejidad que los fenómenos físicos y de allí la dificultad de su estudio; la naturaleza cualitativa del primero frente a la cuantitativa del segundo, imposibilita, por demás, el rigor matemático.



A los dos primeros grupos se les llama frecuentemente disciplinas compactas o ciencias duras y, al último, disciplinas difusas o ciencias blandas, aunque cabe referir que corrientes no positivas reconocen otras ciencias (Torrado, 2003).

A medida que el conocimiento se ha hecho más específico, las ciencias referidas se han ido subdividiendo. Es así como la física se estudia, entre otras, desde la mecánica o la cuántica; la biología se aborda desde la embriología, la fisiología o la ecología; y las ciencias sociales hacen lo propio desde la sicología, la economía o la sociología. Para Meyer (1979), es esencial el nivel macroscópico o microscópico en el que se estudie un fenómeno, ya que las magnitudes de estado observables en un nivel, no lo son en el otro. Así, por ejemplo, a la fisiología se la puede considerar como macroscópica con respecto a la bioquímica; igual al comportamiento frente a la fisiología y, a su vez, a la sociología en relación con la fisiología.



A medida que un sistema hace parte de otros suprasistemas, pareciera que las leyes que lo rigen cambian y, por ello, del átomo a la molécula nos vemos abocados a pasar de la física a la química, del mismo modo que de la molécula a la célula debemos movernos hacia la biología.

Desde el *fisicalismo o reduccionismo*, los seres vivos están formados únicamente por materia y, por tanto, podrían ser explicados desde la física, no obstante, hasta ahora esta ciencia no ha hecho prácticamente ningún aporte que permita explicar el comportamiento de los seres vivos o del hombre (Sober, 1996). Añade este autor que, en *teoría*, la física podría explicar cualquier acontecimiento que la biología aspire a explicar aunque, en la *práctica*, nuestra ignorancia nos lo impide. Por ello, el azar y las probabilidades, son una mera forma de caracterizar nuestra ignorancia.

Para Sober, la razón por la que tenemos diversas ciencias no es la existencia de distintos problemas explicativos, sino porque nos resulta más fácil afrontar distintos problemas si utilizamos diferentes lenguajes. Agrega este autor, que una diferencia entre la física y la biología es que la primera está construida por leyes con frecuencia empíricas, mientras que la evolución o teoría fundamental de la biología, no es algo perceptible, es decir, se comprende pero no se puede observar.

Adicionan Meyer (1979) y Sober (1996) que nada puede ser entendido ahistóricamente. Todo lo que observamos hoy tuvo un recorrido ayer y es ese camino el que desemboca en el estado o la condición presente. Por ello, añade Sober, la evolución es tan importante en el contexto de la biología, por cuanto es el tema más histórico de esta ciencia. Es así como la presencia de todas y cada una de las especies y órganos que hoy observamos en la naturaleza, tuvieron su origen millones de años atrás en especies hoy extintas y en ambientes, quizá, muy diferentes. Este mismo principio podríamos aplicarlo a todas las ciencias incluidas las sociales, ¿cómo entender al hombre actual si no vemos el recorrido histórico que ha realizado?

Meyer (1979) considera que la comprensión de un acontecimiento debe hacerse, también, involucrando el campo de observación hasta los verdaderos límites del sistema organizado, es decir, la parte se entiende si se integra al todo con el cual se relaciona. Adiciona este autor, que los seres vivos son sistemas abiertos que se nutren de entropía negativa y, por ello, expresan gran dinamismo en su interior, por lo que la resultante no es un sistema mecánico o físico-químico trivial que finalmente se equilibra, sino una multitud de procesos siempre en acción. Este fenómeno se describe con la palabra *metabolismo* cuyo origen etimológico es *cambio*.

2. EL MÉTODO CIENTÍFICO

2.1 Introducción

- *Método: Fil.* Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

- *Científico*: Que tiene que ver con las exigencias de precisión y objetividad propias de la metodología de las ciencias

Real Academia Española, www.rae.es

La ciencia tiene como cualidades el ser metódica, reflexiva, formal y crítica. Se vale del *método científico* para su progreso, el cual tiene la particularidad de usar técnicas específicas para cada área del conocimiento que son acordadas y reconocidas por cada comunidad científica para su uso. De hecho, hay gran acuerdo en diferentes ciencias con excepción de las sociales (Seiffert, 1977). Se trata, en cada caso, de los métodos de punta que permiten un avance sobre el conocimiento logrado hasta ese momento. El método científico procura la precisión y mejora la exactitud (Tamayo-Tamayo, 2000). Al generarse nuevo conocimiento se posibilita, a su vez, el desarrollo de nuevos métodos.

Hay aún discusión sobre lo que es el método científico, situación que sugiere la necesidad de llegar a acuerdos en torno a definiciones (Torrado, 2003):

- Es sólo uno –posición histórica dominante-
- Hay diferentes métodos
- Intermedia: hay un esquema metodológico básico que cada ciencia toma según su estatuto y lo llena de particular contenido y aplicación –posición que viene ganando auge en los últimos años-

Gracias a la ciencia el hombre reconstruye el marco conceptual de su mundo haciéndolo más exacto (Bunge, 1996). Bunge, nos define el método científico como el conjunto de reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación cuyos resultados sean aceptados como válidos por la comunidad científica. O, también, como el conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis. Agrega que el estudio del método científico es la teoría de la investigación, la cual es descriptiva en la medida en que descubre pautas en la investigación científica, a la vez que se vale de los procedimientos más probables para que la práctica científica sea exitosa, facilitando de paso, la detección de errores.

Para Tamayo-Tamayo (2000) el método científico elimina el plano subjetivo en la interpretación de la realidad y por ello se constituye en el procedimiento más adecuado y seguro para penetrar en el conocimiento de las cosas y establecer teorías más o menos estables.

Contrariamente, el conocimiento vulgar se basa en la fenomenología, es decir, en nuestras propias percepciones (Tamayo-Tamayo, 2000). De hecho, damos total certidumbre a nuestras percepciones y construimos verdades a partir de ellas (Maturana y Varela, 1996). Es así como la percepción nos llevó a creer que el sol giraba alrededor de la Tierra, o que esta última era plana, pero tales *verdades* dieron paso a un nuevo conocimiento que las refutó.

Hay que guardar precaución con la supervalidez del método científico, en tanto éste puede simplemente confirmar nuestra equivocación perceptual. Para ilustrar esta afirmación veamos el siguiente ejemplo:

Apoyados en el método científico le pedimos a 10 personas que se sienten a contemplar el atardecer. Uno a uno es indagado de lo que divisó, y uno a uno contesta que vio mover el sol hasta desaparecer en el horizonte. Al tener 10 testimonios concordantes proponemos la hipótesis de que el sol gira alrededor de la Tierra, pero, para estar seguros de que tal hipótesis es cierta, repetimos el experimento en múltiples ciudades con personas de diferentes edades elegidas al azar. Adicionalmente, nombramos otro grupo de personas para que constate que los observadores no se mueven, que nadie mueve los árboles, los edificios o las montañas. Al indagar a todos los observadores encontramos que los resultados coinciden nuevamente: el sol se mueve sobre el cielo hasta desaparecer. Construimos entonces la teoría de que el sol gira alrededor de la Tierra y la validamos mediante un sinnúmero de observaciones meticulosamente hechas; mediante el método científico. La humanidad entera acoge entonces tal teoría.

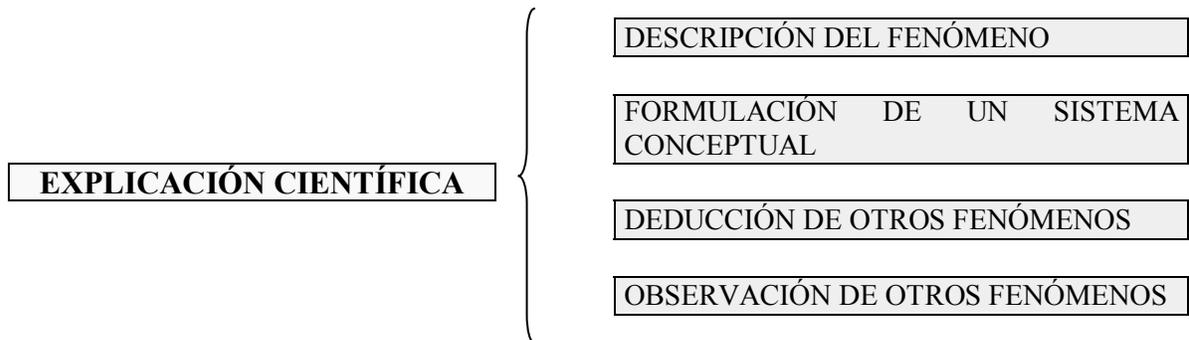
Es decir que, aun apoyados en el método científico todas las personas de este planeta *vemos* al sol moverse en el cielo y es esa forma particular de construir los hechos la que no nos permite *ver* que la Tierra gira alrededor del sol. Por tanto, todos los humanos fuimos y somos engañados por la percepción y la representación mental que hacemos de este fenómeno. Tal engaño quedó atrás cuando diversos personajes a través de la historia, lograron construir un modelo que aportó una mejor explicación: la Tierra es redonda y tiene movimientos de rotación y translación alrededor del sol, al igual que otros tantos planetas del sistema solar. Claramente ninguno de ellos vio este fenómeno pero, aun así, construyeron una explicación o representación mental diferente de naturaleza contra-fáctica a la percepción, que fue aceptada por toda la humanidad.

Este mismo caso ocurrió en la biología; esta ciencia aceptó por siglos que los organismos vivos eran inmutables -no cambiaban en el tiempo- y que se multiplicaban por generación espontánea a partir de materia en descomposición. Tales *verdades*, sin embargo, gracias a diversos investigadores y en especial a la teoría de Darwin-Wallace, se desmoronó para dar origen hoy día, a una *nueva verdad*, ocupada por la reproducción, las mutaciones, los genes, el DNA y la evolución. El problema de fondo, sin embargo, es que nada garantiza que esta *verdad* sí sea *la verdad*, ya que mañana puede quedar nuevamente invalidada, cuando alguna nueva teoría nos dé una explicación más apropiada.

A través del método científico se busca *observar, describir, explicar y predecir* un fenómeno (Ladrón de Guevara, 1981). Para ello se parte de técnicas que permitan recopilar información del fenómeno que, posteriormente, habrá de ser analizada para emitir conclusiones o enunciados. Tales métodos deben permitir la demostración y la comprobación de las hipótesis.

El método científico no se interesa por los datos o las observaciones en sí mismas, sino que constituye un testimonio de principios de organización (Morin, 1981, en referencia a Chomsky).

Cuatro condiciones son necesarias en una explicación científica (Maturana y Varela, 1996):



2.2 Metodología, Método y Técnica

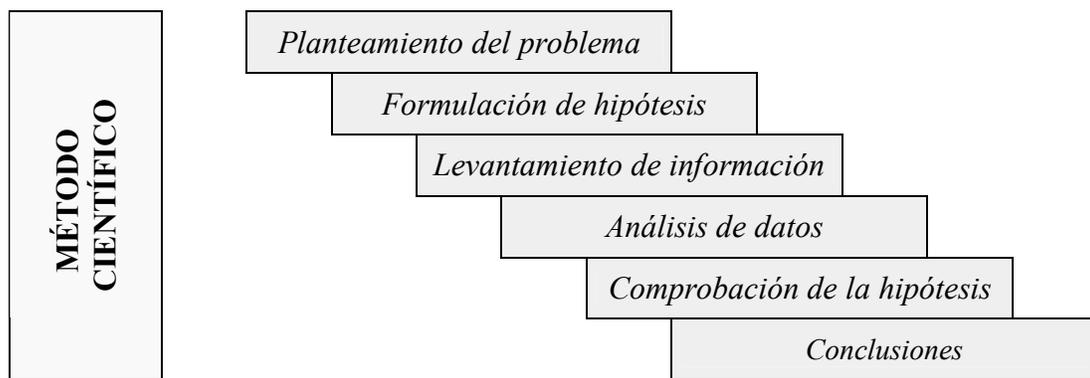
Ladrón de Guevara (1981) diferencia los siguientes niveles jerárquicos al interior de las ciencias:

- 1) En el *primer nivel* están las reglas metodológicas de la investigación científica, se refiere al conjunto de principios, requisitos y pautas que deben tener en cuenta todas las ciencias. A este nivel se le ha denominado el *Método Científico*. Corresponde al nivel epistemológico de una ciencia particular y allí se establecen proposiciones, enunciados y supuestos acerca de cómo es la realidad que estudia y cuáles son sus características más generales. Por tanto, plantea su propia filosofía del conocimiento y debate problemas tales como el grado de objetividad, el grado de universalidad, la validez de sus leyes o el tipo de teorías que debe construir. Es, pues, el nivel más abstracto y general de una ciencia, en donde ésta reflexiona sobre sí misma y sobre su propio desarrollo.

Los pasos que se siguen durante el *método científico* se simplifican así (modificado de Bunge, 1996 y Muñoz-Razo, 1998):

- a) *Planteamiento del problema*: se examinan unos hechos y se percibe una dificultad en su interpretación. No se puede explicar un acontecimiento observado y se descubre la laguna en el cuerpo del saber. Se plantea una pregunta de investigación.
- b) *Formulación de hipótesis*: se enuncian conjeturas acerca de la solución del problema. Se definen relaciones posibles en la nueva configuración y se genera un soporte racional al mismo. Se formulan las hipótesis de investigación.
- c) *Levantamiento de información*: se diseñan pruebas para validar las hipótesis. Se realizan experimentaciones u observaciones para probar si la conjetura propuesta es

- cierta o no. La recolección y el análisis de datos se hace conforme a las reglas de la estadística.
- d) *Análisis e interpretación de datos*: a la luz de los procedimientos más apropiados para cada ciencia, se interpretan y estudian los resultados arrojados por las experimentaciones y observaciones. Se clasifican, analizan o evalúan los datos empíricos.
 - e) *Comprobación de la hipótesis*: se acepta o rechaza la hipótesis propuesta. Se interpretan los resultados a la luz del modelo teórico. Se compara lo encontrado con lo esperado. Se corrige el modelo.
 - f) *Conclusiones*: se afianza o debilita la teoría que soporta el estudio. Se proponen nuevos enfoques o extensiones.



Las características que enmarcan el método científico son las siguientes (Ander-Egg en Tamayo-Tamayo, 2000):

- a) *Es fáctico*: tiene una referencia empírica y se ciñe a los hechos.
 - b) *Trasciende los hechos*: se logra una mejor interpretación de la realidad, más allá de las apariencias.
 - c) *Verificación empírica*: emplea la verificación empírica para dar respuesta a los problemas planteados.
 - d) *Autocorrectivo*: ajusta las propias conclusiones con el avance de los conocimientos y los procedimientos.
 - e) *Formulaciones de tipo general*: busca establecer leyes o generalizaciones.
 - f) *Es objetivo*: evita la distorsión o manipulación de la información a capricho del investigador.
- 2) En el *segundo nivel*, se tratan los principios de investigación, reglas y prerequisites empleados por cada disciplina particular. Se le conoce como *Metodología de la Investigación Científica* y sus procedimientos están ligados a las características de la realidad de dominio de cada ciencia, al conocimiento y a la experiencia allí acumulada. En este grado se encuentran las teorías de cada disciplina científica, las cuales pueden dar explicaciones generales, intermedias o incluso relativas a fenómenos específicos. Incluye, también, la teoría de los métodos empleados en la investigación científica, el estudio de las

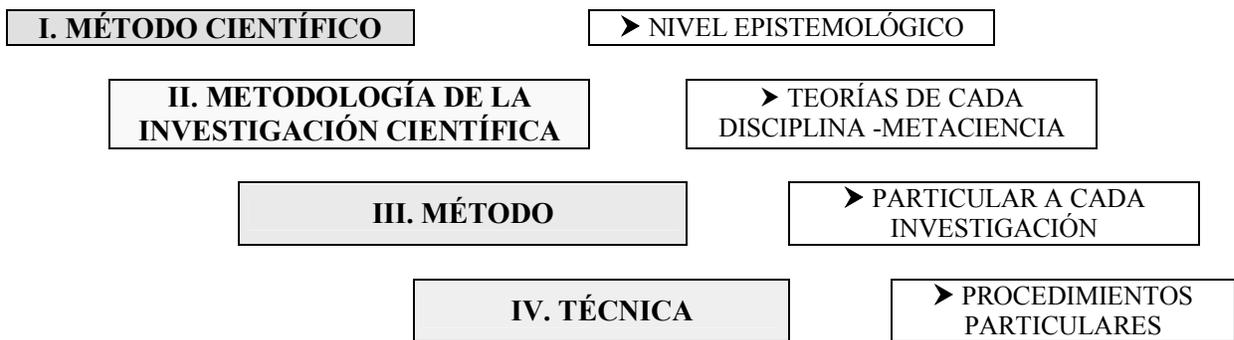
características de cada uno, las técnicas que les son propias, el estudio de sus bondades y limitaciones y las circunstancias más aconsejables para su empleo. En relación con el área social, nos refiere Ladrón de Guevara que hay dificultades de investigación que le son propias, aun ciñéndose a los requisitos generales establecidos por la metodología general.

La *metodología* se refiere a un metanivel de investigación que estudia por demás los métodos (Buendía-Eisman *et al.*, 1999).

- 3) En el *tercer nivel*, figuran las investigaciones concretas al interior de cada disciplina, las cuales están condicionadas a los niveles anteriores. El *método* particular a implementar en una investigación está determinado por las hipótesis formuladas y por la clase de observaciones que hay que efectuar para someterlas a prueba.

Para Desantes-Guanter y López-Yepes (1996) el método es el camino que se encuentra entre la hipótesis y la tesis. Para Lonergan (en Sierra-Gutiérrez, 2004) “es un esquema normativo de operaciones recurrentes y relacionadas que produce resultados acumulativos y progresivos”.

- 4) El *cuarto y último nivel* corresponde al de las *técnicas* el cual reúne los procedimientos por medio de los cuales se observa, se analiza y se manipula la realidad. Este nivel está subordinado a los anteriores.



Los siguientes ejemplos podrían ilustrarnos las clases previamente referidas:

- 1) *Contaminación de un lago por materia orgánica:*
- a) *Método Científico:* corresponde a los puntos previamente referidos: planteamiento de un problema, formulación de hipótesis, levantamiento de información, análisis e interpretación de datos, comprobación de la hipótesis y conclusiones.
 - b) *Metodología de la Investigación Científica:* los problemas de contaminación orgánica en aguas superficiales pueden estudiarse desde diferentes enfoques: concentración de materia orgánica, demanda bioquímica o química de oxígeno, concentración de oxígeno, niveles de coliformes fecales o totales, concentraciones de amonio o nitritos, principalmente. Incluso, pueden estudiarse a la luz de las especies o comunidades

presentes y sus abundancias. La conceptualización y la elección de las variables de estudio se encuentran en este nivel.

- c) *Método*: se va a determinar la concentración de oxígeno superficial en una red de estaciones distribuidas en forma sistemática o de enrejado, de tal forma que dé amplia cobertura y, con ello, representación al espejo de agua del lago estudiado y a los posibles gradientes ambientales horizontales –es, por tanto, inductivo, objetivo y estático-.
 - d) *Técnica*: es de carácter cuantitativa -concentración del oxígeno- y se basa en investigación no experimental. Se emplearán diversos instrumentos como un geoposicionador satelital -GPS- para la ubicación de cada estación, un bote con motor fuera de borda para el desplazamiento entre estaciones y un oxímetro previamente calibrado para determinar la concentración de oxígeno en las estaciones de muestreo.
- 2) *Evaluar la efectividad de la lúdica como didáctica en procesos de educación para niños de 9 a 10 años*:
- a) *Método Científico*: igual al anterior.
 - b) *Metodología de la Investigación Científica*: la efectividad de un proceso de enseñanza-aprendizaje puede valorarse a través de mediciones en los cambios de las conductas de las personas o mediante pruebas pre-post frente a un grupo control, donde se evalúen diferencias de conocimientos o de percepción. Dado que el aprendizaje puede ocurrir a corto, mediano o largo plazo, se debe definir la naturaleza de su estudio en cada caso particular. El aprendizaje, además, se acrecienta a medida que se refuerza la mediación un mayor número de veces.
 - c) *Método*: se empleará un test pre-post en un grupo de 30 niños -15 varones, 15 niñas- de cuarto de primaria del colegio A, al cual se le aplicará lúdica y se compararán sus resultados con un grupo control de iguales características sometido a igual temática pero aplicando enseñanza expositiva tradicional. Los procesos tendrán igual intensidad horaria -2 horas- y la prueba post se efectuará una semana después de aplicada la didáctica –corresponde a inductivo, objetivo y estático-.
 - d) *Técnica*: la técnica será de carácter cuantitativa y se fundamenta en investigación experimental. La lúdica consistirá en recreaciones tipo pruebas de observación y competencia de grupos tales como..., a realizar fuera del aula. El grupo control empleará el método expositivo y estará a cargo del profesor regular de la asignatura; la clase se efectuará en el aula. Para las pruebas pre-post se empleará un cuestionario de 20 preguntas de selección múltiple de naturaleza objetiva.

Las ciencias formales se valen de la dialéctica siguiendo una lógica estructurada; las naturales privilegian la observación y la experimentación; y las sociales dan prelación a las encuestas y las entrevistas.

3. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- *Investigación*. Acción y efecto de investigar.

- *Investigar*. Hacer diligencias para descubrir algo. Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia.

- *Investigación básica*. La que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica.

Real Academia Española, www.rae.es

3.1 Introducción

“La investigación científica es una investigación sistemática, controlada, empírica y crítica, de proposiciones hipotéticas sobre las supuestas relaciones que existen entre fenómenos naturales” (Kerlinger, 1983). Puede verse también, como el proceso más formal, sistemático e intensivo de llevar a cabo el método científico (Best, en Tamayo-Tamayo, 2000).

Es el proceso de indagar para descubrir o tratar de descubrir una cosa. Se basa principalmente en la observación de fenómenos y hechos físicos, a partir de los cuales se infiere su comportamiento, sus relaciones y sus características (Tamayo-Tamayo, 2000).

La recopilación de lo que ya es conocido o ha sido escrito o investigado por otros, no es entonces, investigación.

El conocimiento científico busca la explicación de la realidad, de la causalidad. “Como la realidad se estructura siguiendo unas leyes, el proceso de investigación consiste en descubrir cómo funciona la realidad” (Bedoya, 2002).

Para Eco (1999), una investigación cumple con el carácter de ser científica cuando acata los siguientes requisitos:

1. Versa sobre un objeto reconocible y definido de tal modo que también sea reconocible por los demás -puede ser un constructo y no necesariamente un objeto físico-.
2. Tiene que decir sobre este objeto cosas que todavía no han sido dichas o bien revisar con óptica diferente las cosas que ya han sido dichas.
3. Tiene que ser útil a los demás.
4. Debe suministrar elementos para la verificación y la refutación de las hipótesis que presenta, y, por tanto, tiene que suministrar los elementos necesarios para su seguimiento público.

La investigación debe ser objetiva, es decir, no debe involucrar preferencias o sentimientos, por tanto, se debe tener cuidado con argumentos, procesos, premisas, prejuicios o creencias que menoscaben la validez de la misma. Se debe aportar la mayor objetividad posible en todos los aspectos de ésta: planteamiento del problema, diseño del estudio, toma de datos e interpretación de resultados.

Aun así, el investigar denota un interés que puede darse por experiencias previas, valores y creencias, prejuicios, posición ideológica, razones prácticas, presión social, razones económicas, etc. Por mucho que estemos desprejuiciados a un problema de investigación, el objeto de nuestro interés aparece dotado de ciertos rasgos que tienen un significado concreto para nosotros (Ladrón de Guevara, 1981).

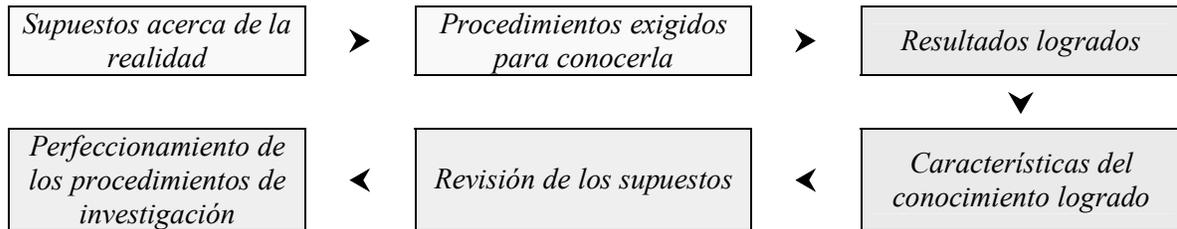
A grandes rasgos, las etapas del proceso de investigación son *la observación, la descripción, la explicación y la predicción* (Ladrón de Guevara, 1981). La primera etapa puede aportar perspectivas nuevas o distintas sobre observaciones previas. La segunda representa y explica las distintas partes o cualidades del fenómeno. La tercera es una argumentación que responde al porqué de una cuestión, es la acción de dar a conocer las causas de algo e implica establecer relaciones entre los rasgos de un objeto, situación o acontecimiento; es producto de un proceso intelectual y racional de jerarquía de los rasgos observados y descritos. Según Bunge (1996), es la fase más útil en la construcción del conocimiento científico. Sobre la última etapa o predicción, se hicieron referencias en capítulos previos.

Cabe recordar que en el campo de la ciencia, la *investigación científica* responde en esencia al *método científico*. Por tanto, implementa una serie de procedimientos diversos, pero ordenados, que inician con una pregunta surgida generalmente dentro del campo de dominio del investigador y desde una base teórica particular; tal pregunta o problema lleva a la formulación de una hipótesis y, de allí, da paso al diseño de un programa de toma, organización y análisis de información, para finalizar con las conclusiones o enunciados sobre la pregunta. Este proceso implica la elección de instrumentos de medición o la creación de los mismos. El resultado de la investigación, como ya se dijo, se expresa como enunciados individuales, generales o parte-parte.

Para Tamayo-Tamayo (2000) la investigación debe ocurrir de forma controlada, sistematizada y crítica de tal modo que adopte los procedimientos idóneos para la formulación del problema, la estructuración de las hipótesis y la búsqueda de pruebas para confrontar esas hipótesis. Además, a lo largo de la investigación se debe procurar obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento. Este autor añade, que entre la investigación científica y el conocimiento científico se encuentra el método científico:



De la relación anterior se desprende que el análisis, la sistematización y el perfeccionamiento de los procedimientos de investigación, son también un problema de estudio al interior de la investigación científica en sí misma, que esquematiza Ladrón de Guevara (1981) como:



Otro aspecto importante es la *confiabilidad* de las mediciones, lo que lleva a la necesidad de dar gran importancia a las investigaciones encaminadas a evaluar la validez de los instrumentos.

Dado que los problemas que se abordan en cada ciencia son particulares, los procedimientos deben ser, por tanto, también particulares. Tal como lo explica Ladrón de Guevara (1981), no es lo mismo estudiar una reacción química en forma de un experimento controlado en el laboratorio, que evaluar una conducta humana en su ambiente cotidiano. Aun así, guardan en común que deben producir un resultado de un nivel semejante de seguridad y de objetividad.

Las cualidades de una investigación de alta calidad, según Salkind (1997) son las siguientes:

- Se basa en el trabajo previo de otros
- Se puede repetir
- Se puede generalizar a otras situaciones
- Se basa en algún razonamiento lógico y está vinculado a una teoría
- Se puede hacer
- Genera nuevas preguntas
- Incrementa los conocimientos
- Es una actividad apolítica que debe emprenderse con el fin de mejorar la sociedad

3.2 Formas

Tamayo-Tamayo (2000) señala que la investigación tiene dos formas a saber:

1. *Básica*: se apoya dentro de un contexto teórico y su propósito fundamental es el de desarrollar teorías mediante el descubrimiento de amplias generalizaciones o principios. Tiene como objeto la búsqueda del conocimiento.

2. *Aplicada*: depende de los descubrimientos y aportes de la investigación básica. Se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías.

3.3 Métodos

Existe poca claridad entre las clases, los métodos y las técnicas de investigación, lo que lleva a una gran transposición conceptual entre unos y otros. Algunos de los autores que más tratan estos temas y sobre los cuales se estructuran los siguientes apartes son: Lerma (1982), Salkind (1997), Hernández-Sampieri *et al.* (1998), Muñoz-Razo (1998) y Tamayo-Tamayo (2000).

En cuanto a los métodos, unos autores se refieren a procesos de pensamiento o razonamiento como es el caso de: inducción, deducción, análisis, síntesis, analogías, clasificación e incluso intuición. Otros más, hacen alusión a procedimientos propiamente dichos como: fenomenológico, conductista, histórico, dialéctico (Seiffert, 1977), hermenéutico, semiótico o de psicoanálisis (Torrado, 2003), principalmente.

Algunas características de los métodos más importantes son:

3.3.1 Analogía

La analogía se refiere a la relación de semejanza o conexión que realizamos entre aspectos esencialmente diferentes (Boden, 1994). Esta autora lo semeja a un cruce entre mapas mentales que nos modifica la representación que tenemos de alguno de ellos; considera, por demás, que este proceso es de gran importancia en el origen de las ideas creativas, situación ampliamente compartida por Thagard (1996).

Para Gordón (1989) hay analogías personales, directas, simbólicas y fantásticas, las cuales hacen parte de la esencia humana en la resolución de problemas.

Desantes-Guanter y López-Yepes (1996) diferencian tres clases distintas de analogías:

- *De semblanza* cuando ponemos en relación algo que queremos significar con algo que es una verdad indiscutible
- *De modulación* cuando se predica lo mismo de varias cosas, pero con una significación distinta
- *De proporcionalidad* cuando los elementos comunes se dan con diferente intensidad

3.3.2 Inducción - Deducción

La inducción es un modo de razonar que consiste en sacar de los hechos particulares una conclusión general. Es un razonamiento que analiza una porción de un todo, por lo que va de lo particular a lo general.

La deducción es un método de razonamiento que lleva a conclusiones partiendo de lo general, aceptado como válido, hacia aplicaciones particulares. Este método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, y principios de aplicación universal y, mediante la deducción, el razonamiento y las suposiciones, entre otros, se comprueba su validez para aplicarlos en forma particular.

Las reglas del método de inducción-deducción son (Muñoz-Razo, 1998):

- Observar cómo ciertos fenómenos están asociados y por inducción intentar descubrir la ley o los principios que permiten dicha asociación
- A partir de la ley anterior, inducir una teoría más abstracta que sea aplicable a fenómenos distintos de los que se partió
- Deducir las consecuencias de la teoría con respecto a esos nuevos fenómenos
- Efectuar observaciones o experimentos para ver si las consecuencias son verificadas por los hechos
- Dicho método considera que entre mayor sea el número de experimentos realizados, mayores serán las probabilidades de que las leyes resulten verdicas

Cabe añadir, en relación con este método, distintas anotaciones además de las ya expuestas en párrafos anteriores:

- 1) Tamayo-Tamayo (2000) señalan que en el método científico se conjugan tanto la inducción como la deducción, es decir, se da el pensamiento reflexivo.
- 2) Cervo y Bervian (1997) refieren que la inducción y la deducción son procesos que se complementan y refuerzan mutuamente.
- 3) El siguiente ejemplo tomado de Bunge (1996) conjuga la inducción con la deducción: podemos encontrar una relación entre ataques cardiacos y obesidad, ello por la observación de algún número de individuos y la correlación entre tales variables - inducción estadística- y sobre la base del estudio de la función del corazón en la circulación -deducción-.
- 4) Ladrón de Guevara (1981), expresa las siguientes reglas que fundamentan el método inductivo (Desantes-Guanter y López-Yepes, 1996, señalan que Stuart Mill fue quien formuló estos cinco cánones):
 - a) *Método de concordancias*: "Si dos o más casos en que se produce un fenómeno que se investiga sólo poseen de común una cierta circunstancia o cierto conjunto de circunstancias, dicha circunstancia o conjunto de circunstancias a que se reduce la

- concordancia de los casos dados constituye su causa o por lo menos contiene la causa del fenómeno examinado".
- b) *Método de diferencias*: "Si dos casos, en uno de los cuales el fenómeno que se estudia aparece y en el otro no, concuerdan entre sí en todas las circunstancias excepto una o excepto cierto conjunto de circunstancias que se dan sólo en el primer caso, tal circunstancia o conjunto de circunstancias a que se limita la diferencia de los dos casos constituye la causa (o parte de la causa) del fenómeno o una de las condiciones necesarias del mismo".
 - c) *Método combinado de concordancias y diferencias*: "Si el fenómeno que se investiga aparece en dos o más casos, los cuales concuerdan por poseer una circunstancia común, y si dicho fenómeno no aparece en dos o más casos que concuerdan por carecer de la misma circunstancia indicada, se puede concluir con un cierto grado de probabilidad que esa circunstancia en que las dos series de casos se diferencian constituye la causa o parte de la causa del fenómeno en cuestión".
 - d) *Método de las variaciones concomitantes*: "Si determinados cambios de un fenómeno van seguidos siempre de determinados cambios en otro fenómeno, el primero es la causa, parte de la causa o condición necesaria del segundo".
 - e) *Método de los residuos*: "Si de un fenómeno complejo se sustrae lo que es efecto de una parte de las circunstancias, el resto de dicho fenómeno ha de ser efecto de las circunstancias restantes". Para poder aplicar este método se requiere, por definición, un conocimiento previo de las causas que provocan algunas de las características del fenómeno complejo.

Las anteriores reglas parten del principio de que las variables que se eligen en un estudio dependen de la mayor o menor importancia que tienen para explicar un fenómeno -además de viabilidad para su medición, costo, tiempo, equipos, precisión, etc.-, lo cual determina la *condición suficiente o necesaria* para que una variable se exprese en presencia o cuantía de otra. Así, por ejemplo, para que haya proceso de fotosíntesis es *necesario* la presencia de luz, como también, de pigmentos fotosintetizadores. Para que una planta en condiciones ambientales no limitantes realice fotosíntesis, es *suficiente* la presencia de luz.

Ladrón de Guevara adiciona a las anteriores, las siguientes condiciones:

- a) *Condiciones contribuyentes*: son aquellas que, no asegurando la aparición de un fenómeno, contribuyen a que aumente la probabilidad de que ocurra.
- b) *Condiciones alternativas*: son las que surgen como alternativas a las condiciones contribuyentes.
- c) *Condiciones contingentes*: son aquellas que permiten que un factor sea contribuyente de otro. Por ejemplo, en sitios con A y B hay mayor probabilidad de C.

REGLAS DEL MÉTODO INDUCTIVO		
MÉTODO	CONCORDANCIAS	➤ <i>Atributo común</i>
	DIFERENCIAS	➤ <i>Atributo diferente</i>
	CONCORDANCIAS Y DIFERENCIAS	➤ <i>Atributo común y diferente</i>
	VARIACIONES CONCOMITANTES	➤ <i>Relación</i>
	RESIDUOS	➤ <i>Circunstancias restantes</i>
CONDICIONES	NECESARIAS	➤ <i>Sin ellas no ocurre el fenómeno</i>
	SUFICIENTES	➤ <i>Expresan el fenómeno</i>
	CONTRIBUYENTES	➤ <i>Favorecen la expresión del fenómeno</i>
	ALTERNATIVAS	➤ <i>Alternativas a las contribuyentes</i>
	CONTINGENTES	➤ <i>Favorecen a las contribuyentes</i>

3.3.3 Análisis - Síntesis

El análisis incluye los siguientes pasos (Muñoz-Razo, 1998):

- *Observación* de un fenómeno, sus hechos, comportamiento, partes y componentes
- *Descripción e identificación* de todos sus elementos y componentes
- *Examen riguroso* de cada uno de los elementos
- *Descomposición* de los comportamientos y características de cada uno de los elementos
- *Enumeración* de los componentes a fin de identificarlos y establecer sus relaciones
- *Reacomodación* de cada una de las partes a fin de restituir su estado original
- *Clasificación* de las partes siguiendo el patrón del fenómeno analizado
- *Conclusión* sobre los resultados obtenidos para dar una explicación del fenómeno observado

y la síntesis:

- *Observación*
- *Examen global*

- *Experimentación*
- *Suposición*
- *Agrupación*
- *Comprobación*

3.3.4 Conductismo -behaviorismo-

Estudia a las personas por su conducta externa y no por lo que dicen que sienten. Los sentimientos que el investigador haya experimentado para sí mismo no pueden ser involucrados. Por tanto, registra sólo variables observables.

3.3.5 Fenomenología

Las experiencias del investigador son aceptadas como válidas de interpretación de sentimientos de los demás -introspección-. Así, si el investigador ha experimentado el amor, recurre a conocer lo que éste representa en otras personas. Se acude a preguntarle a las personas sus sentimientos, emociones, percepciones, conocimientos, etc. Se trata, pues, de una ciencia de experiencias de la vida cuyos resultados corresponden a enunciados enmarcados en un tiempo y un espacio definido.

3.3.6 Histórico-filológico

Se refiere a las producciones y vivencias ocurridas en el hombre y se fundamenta tanto en las fuentes transmitidas sin intención como intencionalmente. Relaciona sucesos del pasado con acontecimientos del presente o busca explicar acontecimientos sucedidos. Se aplica a cualquier disciplina.

3.3.7 Dialéctico

Representa el arte de llevar un diálogo. Entre las ramas más conocidas está el Marxismo y la dialéctica de Hegel. Se refiere ante todo a enunciados y se realiza en tres pasos:

- Se plantea una tesis
- Se plantea una antítesis o enunciado contrario
- Se realiza una síntesis o concertación entre las dos anteriores

3.4 Técnicas

- *Técnica*: Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte.

Nérici (1969, 1980) nos indica que mientras el *método* indica el camino a seguir, la *técnica* muestra cómo recorrerlo. Aun así, no hay una línea clara entre los métodos y las técnicas. Tal como se refirió previamente, las *técnicas* corresponden al *último nivel* del método científico y reúne los procedimientos por medio de los cuales se observa, se analiza y se manipula la realidad. Algunas de las técnicas más comunes son:

3.4.1 Cuantitativas

Las hipótesis pueden plantearse como proposiciones matemáticas o expresarse en fórmulas matemáticas que denotan relaciones funcionales entre variables. Utilizan técnicas estadísticas e instrumentos muy estructurados para recolección de información y medición de variables. Algunos ejemplos son:

- 1) *Exploratoria*: se refiere a temas poco estudiados en los cuales se sientan bases para investigaciones futuras más rigurosas. Son más flexibles en su metodología en comparación con otros estudios, a la vez, que son más amplios y dispersos. Como ejemplo podríamos citar la puesta a prueba de una prueba de inteligencia –CI- en una muestra de 50 estudiantes.
- 2) *Descriptiva*: tiene el propósito de explicar un fenómeno especificando las propiedades importantes del mismo, a partir de mediciones precisas de variables o eventos, sin llegar a definir cómo se relacionan éstos. Requiere de considerables conocimientos en el área que se investiga. Como ejemplo típico podríamos citar la caracterización de la población de una localidad en relación con características económicas y de educación.
- 3) *Correlacional*: tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más variables. El objeto de estos estudios es conocer el comportamiento de una variable respecto a modificaciones de otras variables, por lo que con frecuencia busca predecir y, en ocasiones, extrapolar el comportamiento de alguna variable objetivo.

Una *correlación espuria* es aquella en que aparece relación entre dos variables que en realidad no se vinculan. Así, por ejemplo, dos variables pueden aparecer como correlacionadas porque guardan relación estrecha con una tercera variable.

En relación con los estudios correlacionales, cabe añadir que la estructura de las variables y el diseño de muestreo, habrán de señalar si deberá abordarse desde la estadística, mediante un análisis de correlación o uno de regresión (Drapper y Smith, 1981). En el primer caso, las dos variables que se correlacionan son aleatorias y se determina un coeficiente de correlación, que a la luz de las probabilidades, denotará si existe o no relación válida entre ellas. Más recientemente se han desarrollado métodos de estimación

de la ecuación que lía a estas dos variables, a través del análisis de regresión tipo II (Sokal y Rohlf, 2000; Legendre y Legendre, 2000). Ejemplos típicos son las relaciones morfométricas entre o dentro de especies, o las técnicas multivariadas de análisis de factores y componentes principales, que analizan de forma simultánea la relación entre múltiples variables físicas o químicas.

En el segundo caso, el investigador fija una variable llamada X o independiente, a la vez que estudia el comportamiento de una variable aleatoria Y dependiente, que responde a cambios en la primera; la estadística que permite estimar la ecuación en este último caso es el análisis de regresión tipo I o regresión convencional por mínimos cuadrados ordinarios. Debe señalarse que las pruebas estadísticas referidas denotan concatenación de las variables pero no estrictamente causación. Ejemplo típico es la demanda de un producto en relación con su precio, o las curvas de olvido en el campo de la educación.

Una precaución importante alrededor de los análisis de correlación y regresión, es que ellos asumen una relación lineal entre las variables, por lo que es importante no aplicar tales procedimientos a ciegas, ya que la relación de estudio puede responder a modelos más complejos. Por ejemplo, la curva de olvido tiene carácter negativo exponencial o recíproco, mientras que las relaciones morfométricas se ajustan a modelos de potencia. Para ello conviene realizar en primer lugar un diagrama de dispersión entre las variables que se relacionan, a la vez que se analiza el modelo esperado.

- 4) *Meta-análisis*: busca establecer tendencias generales entre numerosos estudios que se han diseñado con propósitos semejantes, lo cual no significa con instrumentos idénticos, mediante la comparación de sus hallazgos. Pretenden, por tanto, integrar un cuerpo amplio y diverso de información acerca de un fenómeno particular. Salkind (1997) refiere los siguientes pasos a seguir en este tipo de estudios:
 - a) Se reúne el mayor número posible de estudios o un grupo representativo de estudios sobre un fenómeno específico.
 - b) Se llevan las variables objetivo a una métrica común para poder comparar los resultados.
 - c) Se codifican las diversas dimensiones del estudio como, por ejemplo, descripción de la población, diseño de investigación, resultados, conclusiones u otro.
 - d) Se aplican técnicas descriptivas y correlacionales para examinar los resultados de los diversos estudios como un todo.

3.4.2 Cualitativas

Principalmente se aplican en el campo de las ciencias sociales y se enfocan en el proceso y significado de sus relaciones con el entorno; son de índole interpretativa. Entre los tipos de investigación más comunes están los siguientes:

- 1) *Teoría fundada*: busca generar teorías a partir de datos en pequeños grupos de personas. Por ejemplo, respeto o cumplimiento de normas en una población.

- 2) *Etnografía*: estudia los patrones culturales de grupos de personas, contemplando su dimensión histórica. Describe los significados que los actores le dan al mundo que los rodea. Para Calvo (1992), significa describir la vida cotidiana y descubrir lo invisible de la misma. Ejemplo: la percepción de una comunidad ante el matrimonio.
- 3) *Investigación participativa*: se realiza sobre una comunidad en la cual se motiva un diálogo reflexivo que permita el análisis de una problemática particular. Por tanto, los miembros de la comunidad son también partícipes de la investigación (Tamayo-Tamayo, 2000). Ejemplo: estudiar la disponibilidad y explotación de un recurso de uso común, para que todos los actores interesados puedan beneficiarse de él.
- 4) *Observación*: la observación representada en la vista como principal órgano de nuestros sentidos, pero también el tacto, el olfato, el oído o el sabor, son nuestros referentes perceptuales fundamentales con los cuales nos aproximamos a los diferentes objetos y fenómenos de la naturaleza (Ladrón de Guevara, 1981). El observar, visto como actividad de investigación, supone adoptar un método que asegure que el registro de lo observado sea lo más riguroso posible. La observación no es un acto pasivo de mera impresión, sino que implica aceptar un esquema de referencia al interior del cual lo que observamos adquiere sentido para nosotros y en cuyo contexto las cosas y los sucesos adquieren un nombre y, a través de él, ingresan a un esquema conceptual.

La observación consiste en que el investigador vigila y registra directamente las características de los elementos objeto del estudio. No se refiere únicamente al sentido de la vista, sino que incluye todos los medios de percepción. Así por ejemplo, no solamente ve que el alimento está descompuesto, sino que puede olerlo y degustarlo; no solamente ve la relación social sino que escucha la forma en que se hablan o gritan, etc. En el campo social se hace distinción de:

- a) *Observación libre o no estructurada*: en ella el investigador hace parte de la situación observada. Algunas sugerencias para realizar estas observaciones pueden ser consultadas en Lerma (1982).
- b) *Observación estructurada*: en ella hay una planificación detallada de manera previa a la toma de información, respecto de las anotaciones que se realizarán.
- c) *Observación participante*: en ella el investigador juega un papel dentro de la comunidad en que se realiza la investigación.
- d) *Observación no participante*: en ella el investigador no ocupa una función dentro de la comunidad bajo estudio.
- e) *Observación indirecta*: es cuando un investigador corrobora los datos que han tomado otros investigadores.

La observación puede referirse tanto a expresiones verbales lingüísticas como no lingüísticas y, también, a conductas corporales o incluso a la determinación de distancias entre sujetos (Buendía-Eisman *et al.*, 1999). Estas autoras refieren los siguientes tipos de muestreo para estudios de observación:

- a) Muestreo *ad libitum*: es exploratorio e informal, por tanto asistemático.
- b) Muestreo focal: cuando en períodos de tiempo previamente establecidos se registran las acciones de un individuo bajo observación. Ejemplo: come, come, duerme, ..
- c) Muestreo de ocurrencias de conductas: manifiesta *a, b, c* conductas.
- d) Muestreo temporal: ocurrencia o no de la conducta pero en tiempos muy cortos de muestreo, por ejemplo, menores a 15 - 20 seg. En tal caso, se realizan numerosos registros de tales observaciones en intervalos de tiempo preestablecidos. También puede ser instantáneo si se realiza en un momento particular.

La observación es común también en el campo de la biología, en particular, en estudios donde se hacen registros de presencia o ausencia de especies o características morfológicas o comportamentales las cuales, de modo general, pueden incluir floración o fructificación, reproducción, nidificación, etc.

3.4.3 Retrospectivas

En ella se determinan relaciones entre variables que se presentan en hechos ya ocurridos, sin deducir relaciones causales. En estos estudios se define una variable objetivo y se intenta relacionar con variables que pudieron afectarla. Ejemplo: estudios multi-temporales de cambio de cobertura en unidades de paisaje.

3.4.4 Prospectivas

Pretende determinar relaciones entre variables sobre hechos que ocurrirán en el futuro. No busca establecer relaciones causales aunque sí identifica las posibles causas de un hecho y observa el efecto futuro. Ejemplo: proyecciones estadísticas en extracción o necesidad de recursos, contaminación, demografía, etc.

3.4.5 Longitudinales

Estudia los cambios en el comportamiento de un grupo de sujetos a través del tiempo. En tal sentido, la misma muestra actúa como su propio control y tratamiento. Entre las desventajas de estos estudios está el abandono de algunos individuos -fenómeno conocido como mortalidad-, los costos y el largo período requerido para obtener resultados de la investigación. En ocasiones, sin embargo, su implementación no es compleja puesto que se formulan sobre la base de información que ya ha sido previamente recabada en el tiempo.

3.4.6 Transversales

Estos estudios proporcionan información simultánea en grupos de diferente edad o clase, lo que permite obtener resultados inmediatos con costos más previsibles. La mayor desventaja es

que los grupos pueden no ser plenamente comparables, pues lo único en lo que difieren es en la edad o clase.

3.4.7 Objetivo

El objetivismo es un procedimiento de investigación que se basa en lo real o palpable, se ofrece a la vista y afecta los sentidos. Cree en la existencia de una realidad física. Observa los hechos reales y llega a conclusiones sólo si son comprobables tangiblemente.

3.4.8 Subjetivo

El subjetivismo se fundamenta en lo supuesto e intangible. No admite ninguna realidad ajena a la de un sujeto pensante. Analiza los hechos y los fenómenos desde un punto de vista personal y concluye solamente por medio del razonamiento y la interpretación del sujeto.

3.4.9 Estático

En las técnicas estáticas no se admite ninguna variación, por tanto, las investigaciones ocurren bajo un concepto fijo sin admitir cambios en cuanto a los alcances, normas y parámetros del objeto de estudio.

3.4.10 Dinámico

En las técnicas dinámicas se permiten modificaciones bajo condiciones controladas y, si es necesario, se modifica la forma de recopilar la información, interpretación, comprobación y análisis del fenómeno para lograr el objetivo planteado.

3.4.11 Estudios de Caso

Se refiere al estudio de uno o muy pocos elementos de forma detallada, elegidos por cualidades particulares que los diferencian de otros elementos. Si bien estos estudios no pretenden comprobar hipótesis, sí sugieren la dirección para estudios futuros. Algunas desventajas de los mismos incluyen su falta de generalidad e imposibilidad de establecer relaciones causa-efecto.

Vale citar que una investigación particular puede responder a diferentes métodos y técnicas sin encasillarse estrictamente en alguno de ellos. El que inicie de una u otra forma, depende del nivel de conocimiento del tema y del enfoque particular que el investigador dé a su estudio. Hernández-Sampieri *et al.*, (1998), nos alertan, además, que una clase de investigación no es mejor a otra *per se*.

3.5 Diseño

Si bien muchos autores hablan de clases y tipos de investigación, en este documento se ha acogido el concepto de *diseño* en alusión al *diseño experimental*, el cual, por demás, es ampliamente empleado en múltiples contextos y disciplinas.

3.5.1 No experimental

En ella no hay manipulación de las variables.

3.5.2 Experimental

Permite establecer causación o relación de causa y efecto de un fenómeno a través de procedimientos controlados donde se manipulan y controlan las variables que ejercen incidencia sobre el fenómeno. Por tanto, se tiene *control* sobre el tratamiento en estudio.

La experimentación es de gran importancia por cuanto permite modificar y controlar variables a la vez que determina las consecuencias de ello, es decir, permite adentrarse en el fenómeno y manipularlo y, no solamente, observarlo. Esta herramienta, sin embargo, no puede ser implementada en muchas áreas del conocimiento (Tamayo-Tamayo, 2000).

El diseño experimental más sencillo es aquel en que dos grupos de elementos se escogen al azar y se ubican en un grupo experimental que recibe un tratamiento, y en uno de control que no lo recibe. Al final del experimento, se compara el desempeño de los dos grupos, por lo que las diferencias observadas deben ser consecuencia del tratamiento. Es fundamental que la elección de los elementos sea al azar, así como su asignación a uno u otro grupo, e igual la determinación de los grupos a ser tratados o elegidos como control.

Ejemplo:

Grupo Experimental	Grupo Control
Prueba previa	Prueba previa
Tratamiento	Ningún tratamiento
Prueba posterior	Prueba posterior

El uso de este procedimiento “es, en buena medida, responsable de gran parte de los conocimientos que los científicos han adquirido acerca de los procesos psicológicos y sociales” (Salkind, 1997).

3.5.3 Cuasiexperimental

No tiene tan alto grado de control como el anterior, ya que los elementos que se estudian se preasignan a clases particulares. Así, por ejemplo, si deseamos saber si hay una percepción diferente en hombres y mujeres respecto a el aborto, no se puede asignar cada individuo a una u otra clase al azar, sino que cada uno de ellos ya pertenece a un género particular. Este tipo de investigación también se denomina *post hoc* o *expost facto* -investigación después del hecho- dado que el suceso que causa las diferencias que podríamos observar entre los grupos ya ocurrió -ídem edad, grupo étnico, estrato social, etc.-. Este procedimiento es menos potente que el experimental para establecer relaciones causa-efecto, pero es igualmente muy aplicado.

El diseño de estas experimentaciones se fundamenta, por lo regular, en pruebas de comparación de promedios -estadística *t*, análisis de varianza- o medianas -Mann-Whitney, Kruskal-Wallis-, aunque tienen cabida también pruebas que comparan frecuencias -*ji cuadrado*- o proporciones -estadística *t*-. Cuando se sospecha que pueden haber diferencias entre los grupos antes del tratamiento, se pueden comparar éstos de forma preliminar y, de encontrarse diferencias significativas, se emplea el análisis de covarianza.

3.5.4 Pre-experimental

En ellos no hay selección aleatoria de los elementos, ni se incluye un grupo control, por tanto, es menos fuerte que las anteriores en el estudio de causa-efecto. Uno de los ejemplos más típicos es cuando tomamos un grupo y lo evaluamos -pretest-, en seguida lo sometemos a un tratamiento, para finalmente repetir la evaluación -postest-. Lo que se quiere en este diseño, es medir el cambio experimentado por el grupo de prueba a causa del tratamiento.

Para todos los casos referidos, cabe anotar que desde la ciencia cualquier resultado es bueno, es decir que, si no se cumple la hipótesis propuesta, la investigación nos lleva igualmente a un nuevo conocimiento, claro está, dando por sentado que el diseño y la investigación se realizaron adecuadamente.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	NO EXPERIMENTAL	➤ Muchos métodos y técnicas caen en este tipo de diseño. Por ejemplo, el histórico, el fenomenológico, la etnografía, o incluso algunos cuantitativos pueden pertenecer a este diseño, como el descriptivo, el correlacional o el meta-análisis.
	EXPERIMENTAL	➤ Grupos se forman al azar; grupo experimental y grupo control; pruebas antes y después de un tratamiento. Ej: análisis de varianza factorial.
	CUASI-EXPERIMENTAL	➤ Elementos se preasignan a clases particulares - <i>post hoc</i> o <i>expost facto</i> - Ej: comparación de promedios, proporciones o frecuencias.
	PRE-EXPERIMENTAL	➤ No hay selección aleatoria de los elementos; no se incluye un grupo control. Ej: pruebas pareadas.

3.6 Instrumentos

3.6.1 Encuestas y Entrevistas

La encuesta constituye un test escrito que el investigador formula a un grupo de personas para estudiar constructos como percepción, creencias, preferencias, actitudes, etc. La entrevista, por su parte, aunque con igual propósito, se realiza en forma oral generalmente de acuerdo a un guión preconcebido por el investigador. Ambas parten de la premisa de que si se desea conocer el pensamiento o el comportamiento de las personas, lo mejor es preguntarlo directamente a ellas -enfoque fenomenológico-.

Las primeras han sido muy utilizadas en el campo de la psicología y las segundas en el de la sociología. Unas y otras han venido paulatinamente incorporándose en los estudios ecológicos a medida que el hombre se va incluyendo como objeto de estudio. Cabe referir, sin embargo, que el análisis de la información difiere ampliamente entre ellas.

Encuestas y entrevistas inician con el encabezado u hoja de portada donde se recoge información básica del individuo, como nombre, género, edad, ingresos, lugar de nacimiento, etc., según el objeto de estudio. Esta información puede ser de gran valor para el investigador durante el análisis de los resultados. Para unas y otras, es importante realizar un muestreo o prueba del instrumento ante un grupo reducido de personas lo que permitirá, en forma crítica, ayudar a identificar falencias o dificultades en las mismas. Diversos autores sugieren que antes de iniciar una encuesta o una entrevista, es conveniente realizar un acercamiento o contacto personal -*rapport*- con los sujetos a estudiar.

Kerlinger (1983) recomienda que el investigador se planteé las siguientes inquietudes en torno a las preguntas que formula:

- ¿Se relaciona la pregunta con los objetivos de la investigación?
- ¿Es correcto e idóneo el tipo de pregunta?
- ¿Cada pregunta maneja un solo interrogante?
- ¿Emplea términos subjetivos?
- ¿Requiere la pregunta conocimientos e información de los que carece el sujeto?
- ¿Exige la pregunta información personal o confidencial que el sujeto probablemente se resistirá a proporcionar?
- ¿Está la pregunta impregnada de aceptabilidad social?

Las principales connotaciones de la entrevista y la encuesta son:

- 1) *Investigación por entrevista*: “La entrevista es una confrontación interpersonal, en la cual una persona -el entrevistador- formula a otra -el respondiente- preguntas cuyo fin es conseguir contestaciones relacionadas con el problema de investigación.” (Kerlinger, 1983).

Añade Kerlinger que es la técnica más antigua usada por el ser humano para obtener información y sólo recientemente se ha empleado de manera sistemática con fines científicos. Se aplica con preguntas cerradas *-investigación estructurada-* o abiertas *-no estructurada cuando no hay guión; semiestructurada si hay un libreto previamente definido-*. El investigador anota conductas propias del entrevistado al margen de las respuestas que él da, las cuales suelen quedar regularmente grabadas en audio o, más recientemente, en vídeo.

El primer paso para diseñar una entrevista es establecer el propósito de la misma acorde con las metas de la investigación. En seguida, se formulan las preguntas en orden lógico sobre la temática a desarrollar y, por último, se escriben de manera clara y sencilla.

A continuación se exponen algunas de las recomendaciones que hacen Lerma (1982) y Salkind (1997) para una mejor aplicación de las entrevistas:

- a) No iniciar la entrevista de súbito sino conversar previamente con las personas sobre cualquier otro tema para crear un ambiente de confianza.
- b) Concentrarse en obtener la información deseada.
- c) Conocer las preguntas apropiadamente como para no estar consultando continuamente el formato.
- d) Realizar la entrevista en un lugar tranquilo donde no hayan distracciones o interferencias.
- e) No expresar aprobación o desaprobación ante las respuestas ni emitir juicios sobre ellas.
- f) Si el entrevistado no proporciona una respuesta satisfactoria, plantearla de otra manera hasta obtenerla.
- g) Procurar grabar o filmar las sesiones, pero, solicitando permiso para ello.
- h) Practicar la entrevista previamente.
- i) Permitir la libre expresión del entrevistado.

Tamayo-Tamayo (2000) recomienda, adicionalmente:

- j) Permitir al entrevistado usar una forma narrativa.
- k) Interrumpirlo lo menos posible.
- l) Permitir un desarrollo cronológico.

Mientras que Walker (2002) aconseja, además:

- m) No apegarse a un guión estricto.
- n) Formular las preguntas de modo casual.

Las entrevistas se estudian, entre otros, a la luz del análisis de los textos que generalmente han sido grabados y transcritos a un procesador de palabras. Tal información, entonces, se clasifica y categoriza. Buendía-Eisman *et al.* (1999) nos refieren que existen diversos software que ayudan en tal propósito mediante análisis cuantitativos de la información como el NUDIST, el ETNOGRAF, el AQUAD o el SPAD.N.

2) *Investigación por encuesta o cuestionario*: Tamayo-Tamayo (2000) diferencia la *encuesta* del *cuestionario* en que la primera se le lee al individuo, mientras que la segunda la lee el individuo. Estos instrumentos proporcionan respuestas cerradas reduciendo la realidad a un cierto número de datos esenciales. Se utiliza cuando se desea llegar a un grupo numeroso de personas en corto tiempo y, de hecho, se puede aplicar en forma personal, individual, grupal, por teléfono, por correo o por correo electrónico. La elaboración de la encuesta requiere de gran conocimiento previo del fenómeno por parte del investigador. Cuando las encuestas son anónimas permiten, además, mayor honestidad en las respuestas (Kerlinger, 1983).

Para la formulación de las preguntas Lerma (1982) sugiere las siguientes recomendaciones:

- Escribirlas en forma corta, clara y sencilla
- Dar prioridad a preguntas cerradas -falso-verdadero, sí : no : no sé, abanico o selección múltiple, marque en una escala de 1 a 5..., marque el rango en que usted..., marque el grado..., totalmente de acuerdo....totalmente en desacuerdo, etc.-
- Evitar el uso de negaciones en las preguntas
- Deben aparecer en una secuencia lógica
- La redacción debe ser neutral y no predisponer a un tipo de respuesta
- No deben dar lugar a varias interpretaciones
- Evitar términos técnicos
- Las opciones de respuesta deben ser mutuamente excluyentes
- Las encuestas o formularios deben ser iguales para toda la población o muestra

3.6.2 Pruebas

Una variante de las encuestas son las pruebas o test, los cuales son de amplia utilización en el psicología y se emplean para medir una habilidad cognitiva, emocional, motriz o de otra naturaleza. Sax y Newton (1996) nos ilustran sobre las diferentes clases de pruebas y preguntas empleadas para ello y, a continuación, se presentan algunas de las más importantes:

Tipos de Pruebas	
- <i>Prueba de referencia de norma:</i>	mide diferencias individuales y se evalúa, por tanto, frente al desempeño del grupo. Ejemplo: el 80% está por debajo de Juan.
- <i>Prueba de referencia de criterio:</i>	se evalúa cada individuo frente al dominio del conocimiento y no frente a otros individuos. Ejemplo: Juan respondió el 85% de las preguntas.
- <i>Pruebas individuales:</i>	se aplican a un individuo a la vez. Muchas de ellas son orales.
- <i>Pruebas grupales:</i>	se aplican a grupos de personas en forma simultánea. Son generalmente escritas.
- <i>Prueba objetiva:</i>	es clara y no es ambigua en su puntuación, por lo que diferentes evaluadores deberían asignar igual puntuación. Ejemplo: selección múltiple, falso-verdadero, <i>matching</i> .

- Prueba subjetiva:	la asignación de la puntuación está afectada por el juicio del calificador.
- Pruebas de potencia:	tienen tiempo suficiente para responder cada pregunta.
- Pruebas verbales:	enfatan el uso del lenguaje como medio de responder.
- Pruebas no verbales:	no enfatizan el papel de la lectura en la prueba. Por ejemplo, en niños pequeños.
- Pruebas sin lenguaje:	se administran por gestos o pantomima. Por ejemplo, en personas sordas o que hablan otro idioma.
- Pruebas de signos:	distinguen un grupo de individuos de otro: <i>Son capaces de... o no lo son.</i>
- Pruebas de selección:	se emplean para admitir o rechazar a una persona. Por ejemplo, investigadores.
- Pruebas de clasificación:	permiten ubicar en un determinado nivel o clase a los individuos.
- Pruebas de diagnóstico:	evalúan fuerzas o debilidades en orden a mejorar el desempeño.
Dominios	
- Cognitivo:	enfatisa comprensión, retención y desarrollo de conocimiento e intelecto.
- Afectivo:	enfatisa conductas como sentimientos, emociones o valores.
- Sicomotor:	se refiere a comportamientos musculares o motores.
- Otros:	comprensión literaria, comprensión inferencial, evaluación, apreciación, etc.

Tipos de preguntas

a. Falso – verdadero:

- Ventajas
 - Permiten hacer más preguntas por lo rápido
 - Son fáciles de construir
 - Son fáciles de evaluar
- Desventajas
 - No admite resultados intermedios
 - Permiten adivinar en alto grado -50%-
- Sugerencias:
 - Evitar dar pistas no intencionales
 - Hacer aproximadamente 50% falsas y 50% verdaderas
 - Cada pregunta debe ser inequívocamente falsa o verdadera
 - Incrementar el número de preguntas
 - Para reducir adivinanzas se sugiere corregir el puntaje así:
 - Puntaje = Buenas – malas
 - Puntaje = Buenas – {malas/ (opciones –1)}; cuando hay 2, 3 o más opciones de respuesta -selección múltiple-

b. Selección múltiple:

- Ventajas:
 - Es muy versátil para evaluar conocimiento
 - Permite evaluar gran cantidad de material en poco tiempo
 - La evaluación es objetiva
 - Permite aplicaciones de grado, no sólo de falso y verdadero
 - Reduce el efecto de adivinar

- Tiene varias opciones: elegir, llenar, reagrupar, completar
- Sugerencias:
 - Definir claramente el enunciado en forma positiva y evitar las preguntas en negativo
 - Evitar respuestas complejas Ej: *a y c son ciertas; a y b pero no c; ninguna de las anteriores; todas las anteriores*
 - Cambiar de lugar la opción correcta
 - Evitar usar 2 hojas, una con preguntas y otra para respuestas

c. *Emparejamiento –matching-*: es una selección múltiple donde se deben asociar 2 columnas de ítem.

- Ventajas y desventajas
 - Mide asociaciones
 - Reduce efecto de adivinar
 - Tiende a tener información trivial
- Sugerencias
 - Deben ser ítem homogéneos Ej: *todos los ítem de una columna que sean eventos; todos los de la otra personas; evitar que al interior de una columna hayan personas, ciudades, fechas, etc.*
 - Colocar más opciones que ítem. De este modo si se saben algunos no hay muchas opciones de adivinar los que quedan por marcar
 - Organizar ítem y opciones ordenadamente: A, B, C../ 1, 2, 3..
 - Colocar 5 a 6 ítem por cada pregunta
 - Si los ítem son largos, usar opciones cortas
 - Los ítem y las opciones deben estar en la misma página
 - Evitar dar pistas

d. *Test de completar*: tiene el propósito de completar frases donde falta alguna palabra o concepto.

- Ventajas:
 - Fácil de construir
 - No se puede adivinar
 - Sirve para evaluar respuestas precisas: nombres, fechas, definiciones, etc.
- Sugerencias
 - Que haya sólo una respuesta
 - Usar sólo un espacio en blanco por pregunta
 - Tratar de ubicar el espacio en blanco al final de la frase

e. *Ensayos*

- Ventajas
 - Permiten una respuesta libre
 - Elimina la posibilidad de adivinar
 - Permite medir pensamientos divergentes
- Desventajas:
 - Son difíciles de evaluar
 - Consumen mucho tiempo
 - Tienen alto grado de subjetividad en la evaluación
 - Premian a los buenos escritores

Otros
- <i>Evaluación</i> : se refiere a la calificación de las pruebas, encuestas o entrevistas
- <i>Frecuencia</i> : indica la regularidad de una prueba

Las preguntas anteriores se pueden equiparar a las formuladas en el marco de las encuestas y las entrevistas, según los tipos definidos por Kerlinger (1983):

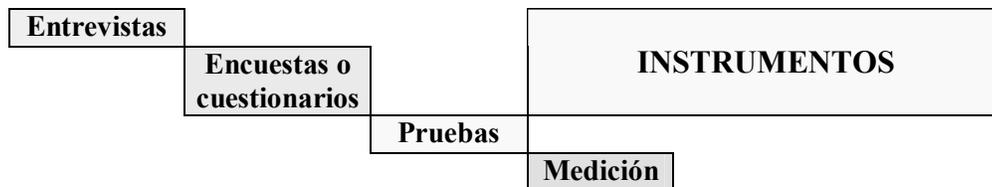
1. *Reactivos de alternativas fijas*: que incluye las dicotómicas -falso-verdadero, sí-no, acuerdo-desacuerdo- y de alternativas múltiples donde el sujeto puede elegir entre varias posibilidades -elija la frase que mejor..., rangos de valores, frecuencias, etc.-.
2. *Reactivos de escala*: se trata de alternativas fijas pero con niveles de grado -totalmente de acuerdo-parcialmente de acuerdo...; completa aprobación- aprobación alta...; califique de 1 a 5..., etc.-.
3. *Reactivos de finalidad abierta*: no imponen restricciones a las respuestas.

Algunos conceptos estadísticos básicos que deben conocerse en el proceso y análisis de las encuestas y las pruebas –como en otros instrumentos- son:

Principales Referentes Estadísticos	
- <i>Confiabilidad</i> :	medida que indica que un registro esté exento de errores. Teóricamente es el radio entre la varianza verdadera y la observada.
- <i>Quintil, Decil, Percentil</i> :	puntos que dividen una distribución de frecuencia en 5, 10 y 100 grupos de igual talla.
- <i>Escala de intervalos</i> :	es una escala que utiliza rangos de valores y no los valores propiamente.
- <i>Escala nominal</i> :	un sistema en el cual se le asignan números a los elementos.
- <i>Escala ordinal</i> :	escala que puede ser usada para ordenar los objetos o individuos de acuerdo con un atributo particular.
- <i>Estadística descriptiva</i> :	método usado para proveer una descripción concisa sobre información cuantitativa.
- <i>Desviación estándar</i> :	medida cuantitativa que refleja la dispersión o amplitud de los datos. Equivale a la raíz cuadrada de la varianza.
- <i>Distribución de frecuencia</i> :	arreglo sistemático de registros de tal modo que refleje la frecuencia con que ocurre cada registro.
- <i>Intervalo de clase</i> :	corresponde al rango para el eje horizontal, en una distribución de frecuencias.
- <i>Inferencia</i> :	deducción lógica desde una evidencia, acerca de algo que no se observa directamente.
- <i>Inferencia estadística</i> :	método usado para hacer inferencias sobre una población desde registros de algunos de sus componentes -muestra-
- <i>Media</i> :	medida de tendencia central que representa el promedio aritmético de una muestra o una población.
- <i>Validez</i> :	refleja el que la prueba o encuesta realmente evalúe lo que se pretende medir.

3.6.3 Medición

En estudios científicos se emplean múltiples equipos que permiten apoyar la medición de variables bióticas y abióticas general, aunque no exclusivamente, con un carácter cuantitativo. El registro de poblaciones o comunidades bióticas en campo se vale entonces de cuadrantes, dragas, botellas muestreadoras, contadores manuales, balanzas, redes, trampas, cámaras de fotografía, binoculares, grabadoras, geoposicionadores, cuerdas metradas, papel milimetrado, u otros. Así mismo, en el laboratorio se apoya de instrumentos tales como el estereoscopio, el microscopio, el espectrofotómetro, las cámaras de conteo y muchos más. Para los análisis físicos o químicos se utiliza también una serie de equipos de campo y laboratorio que incluyen medidores de gases, nutrientes, iones o elementos diversos, pH, temperatura, intensidad del sonido, etc. De hecho, el computador constituye hoy día, el equipo básico en lo atinente al análisis e interpretación de imágenes satelitales y de fotografías aéreas y, además, constituye la herramienta básica para el análisis estadístico, el almacenamiento de información, la graficación o la digitación de los informes de investigación.



3.7 Población y Muestra

3.7.1 Introducción

La *población* constituye el conjunto de elementos que forma parte del grupo de estudio, por tanto, se refiere a todos los elementos que en forma individual podrían ser cobijados en la investigación. La población la define el objetivo o propósito central del estudio y no estrictamente su ubicación o límites geográficos, u otras características particulares al interior de ella.

La *muestra*, por otro lado, consiste en un grupo reducido de elementos de dicha población, al cual se le evalúan características particulares, generalmente -aunque no siempre-, con el propósito de inferir tales características a toda la población. En estos casos hablamos de *muestras representativas* y los elementos que la componen son tomados al azar -muestreo aleatorio simple, estratificado aleatorio, sistemático con inicio aleatorio u otros-. En el muestreo aleatorio, todos los elementos tienen las mismas probabilidades de ser incluidos en la muestra.

El *elemento o individuo muestral* se refiere a la unidad más pequeña en que se puede descomponer una muestra.

Los siguientes ejemplos nos permiten aclarar los conceptos previamente referidos:

1. *Objetivo: evaluar la percepción de los estudiantes del colegio XX en torno a los niveles de ruido que existen en el plantel.*

La población está conformada, entonces, por todos los estudiantes del colegio incluidos aquellos de programas diurnos y nocturnos. La muestra puede tomarse eligiendo al azar un puñado de alumnos con base en un archivo o listado que contenga todos los códigos o nombres de los estudiantes -muestreo aleatorio-. Dado que la ubicación de las diferentes aulas varía de manera consistente al interior del *campus* y, por ello, los niveles de ruido pueden ser ampliamente diferentes al interior de éste, es también válido contabilizar el número de estudiantes de cada zona y conformar la muestra en forma proporcional a tales números -muestreo estratificado aleatorio-.

2. *Objetivo: evaluar la percepción de los estudiantes de primaria del colegio XX en torno a los niveles de basura que se observan en las aulas.*

La población está conformada, entonces, por todos los estudiantes de primaria. La muestra puede tomarse eligiendo al azar un puñado de alumnos con base en un archivo o listado que contenga todos los códigos o nombres de los estudiantes de dichos cursos. Es también válido contabilizar el número de estudiantes en cada curso y conformar la muestra en forma proporcional a tales cuantías.

3. *Objetivo: evaluar la percepción de los estudiantes del grado 11 del colegio XX en torno a la tolerancia de los maestros.*

La población está conformada, entonces, por todos los estudiantes matriculados en grado 11. La muestra puede tomarse eligiendo al azar un puñado de alumnos con base en un archivo o listado que contenga todos los códigos o nombres de los estudiantes de dicho curso. Es también válido contabilizar, por ejemplo, el número de hombres y mujeres que cursan este año y conformar la muestra en forma proporcional a tales cantidades.

El número de estudiantes que conforma cada una de las muestras en los ejemplos anteriores, se modifica acorde con los objetivos y la población de estudio y, de hecho, cambia también con la varianza o variabilidad de los registros obtenidos. Si las *muestras son representativas* en los ejemplos anteriores, es decir, *representan al conjunto de alumnos de la población de referencia*, los resultados que encontremos en ellas podemos transferirlos o inferirlos al total de la población. Cabe recalcar, nuevamente, que la población está definida por los alcances del estudio; a la vez, es importante que tales alcances estén enmarcados en la factibilidad o viabilidad misma de la investigación. Así, por ejemplo, un estudio ecológico o de educación de carácter nacional, departamental o municipal, debe realizarlo el Estado que tiene los recursos para ello, e incluso, un estudio que abarque las instituciones educativas de una ciudad

de mediano o gran tamaño, también debe ser abordado por Instituciones cuya infraestructura y presupuesto permitan dar tal cobertura.

Lo anterior nos lleva a que los Trabajos de Grado, bien sea a nivel de educación secundaria o superior, los cuales son realizados y financiados por los propios alumnos dentro de limitaciones económicas y de tiempo considerables, no deben pretender coberturas amplias en sus objetivos, por cuanto corren el riesgo de desbordar la capacidad e infraestructura del estudiante.

Buendía-Eisman *et al.* (1999), nos alertan, sin embargo, que en diversas situaciones y por diversas razones, la muestra no es o no puede ser colectada al azar, lo que dificulta su generalización a una población mayor. Refieren los siguientes casos:

1. *Muestreo deliberado*: en él se eligen los sujetos porque poseen las características necesarias para la investigación. Los resultados son, por tanto, difíciles de generalizar. Ejemplo: se busca medir la intensidad de las relaciones sexuales en enfermos de SIDA.
2. *Accidental o casual*: se forma con sujetos que casualmente se encuentran en el lugar y el momento decidido por el investigador. Ejemplo: se pretende conocer la percepción de los pacientes sobre el tratamiento hospitalario recibido durante la noche de navidad.
3. *Voluntarios*: personas que acuden para participar de forma voluntaria en investigaciones. Incidencia de hepatitis en donantes de sangre voluntarios.

En el campo de la ecología Hurlbert (1984) ha llamado la atención sobre los efectos de *pseudoreplicación* que se producen con relativa frecuencia en las investigaciones de tal ciencia. La pseudoreplicación se refiere a que los investigadores suelen hacer inferencias mayores a las que realmente posibilita el diseño del estudio, por cuanto la muestra es muy pequeña o el diseño de muestreo no es el apropiado. A manera de ejemplo, en las ciudades se suelen instalar medidores de contaminación atmosférica en las avenidas de mayor tráfico vehicular y a partir de tales resultados, se generaliza el nivel de contaminación a toda la ciudad o zona urbana, cuando ello no es cierto. Este mismo fenómeno puede generalizarse a múltiples investigaciones de diversas disciplinas y ciencias, por lo que Kerlinger (1983) nos alerta que no se deben generalizar resultados a partir de muestras que no son representativas como tampoco se deben pretender verdades por argumentos de autoridad.

Por lo anterior, las investigaciones recurrentemente son exploratorias u obedecen a estudios de caso. Para reforzar lo dicho, un estudio de educación a nivel de Trabajo de Grado, puede perfectamente por limitaciones de tiempo y dinero, diseñarse sobre estudiantes de un único plantel, facultad o incluso curso. En tal sentido, constituye un estudio de caso que no pretende una amplia generalización sobre sus resultados pero, aun sí, aporta información útil o práctica sobre derroteros futuros en dicha temática de investigación.

En consecuencia, las conclusiones de un estudio deben plantearse de manera acorde con el objetivo propuesto, el diseño de muestreo empleado y el tamaño de la muestra estudiada.

En este punto cabe adicionar una reflexión adicional concerniente con los estudios de caso, y es que la población estudiada puede ser tomada por características particulares y no necesariamente mediante un proceso de azar, ello por cuanto su propósito no es generar inferencias sobre una población mayor.

Un último punto a tener en cuenta se refiere a que el investigador debe estar plenamente familiarizado con el área, la población y los instrumentos de muestreo, cualesquiera que estos sean. Así mismo, debe en lo posible realizar un premuestreo que le permita familiarizarse con el lugar, las condiciones, el equipo, las personas, etc. La función del premuestreo no es tomar datos útiles para la investigación sino validar las condiciones de muestreo frente a los objetivos propuestos: ¿qué variables incidentes hay?, ¿qué población se debe evaluar?, ¿cuántas muestras deberían tomarse?, ¿cuántos sujetos se deben entrevistar?, ¿a qué condición social o cultural pertenecen?, etc.

3.7.2 Representatividad de la Muestra

Una primera forma de evaluar la representatividad de una muestra es a través de un *gráfico de desempeño* donde se relaciona el esfuerzo de muestreo -abscisas- con el promedio acumulado o la proporción acumulada de una variable a lo largo de dicho proceso -ordenadas-. La estabilización de tal curva denota que se ha alcanzado un valor constante en la variable bajo estudio y, quizá, con un intervalo de confianza también estable. Este método es propio de estudios univariados o con muy pocas variables y, generalmente, de carácter cuantitativo. No obstante, este procedimiento también puede ser empleado en variables dicotómicas –falso : verdadero, sí : no, u otro- a las cuales se asigna un valor de 1 a un atributo y 0 al otro. Por tal razón, es un procedimiento que puede ser empleado en encuestas y sobre preguntas particulares. En tal sentido, una extensión de este método podría también emplearse en preguntas de respuesta múltiple donde cada una de ellas tome un valor como, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, y 5.

Más comúnmente, se emplean formulaciones estadísticas tradicionales para el estudio de la representatividad de las muestras (Chao, 1993):

$$n = \frac{t^2 S^2}{E^2} \quad ; \quad n = \frac{N t^2 S^2}{E^2 (N - 1) + t^2 S^2} \quad ; \quad n = \frac{Z^2 \bar{p} (1 - \bar{p})}{E^2}$$

Donde: la primera fórmula es para poblaciones muy grandes en las que se desconoce su tamaño y, la segunda, para poblaciones finitas de tamaño conocido -N-; n es el número de elementos de la muestra; t el valor de la estadística t de tablas para una confiabilidad dada -generalmente 95%-; si $n \geq 30$, este valor se aproxima al de la estadística Z igual a 1,96-; S^2 es la varianza de la variable y E es el error que aceptamos en la estimación del promedio -por ejemplo menor a 20%- . La última fórmula se emplea en el estudio de proporciones y allí \bar{p} denota la proporción estimada o esperada de la variable; si no se conoce tal valor, se reemplaza por 0,5.

Las fórmulas anteriores pueden ser usadas en dos vías:

- Hallamos el valor de n dado que conocemos los demás parámetros
- Conocido n , hallamos el error en la estimación

Kerlinger (1983) recomienda en el caso de encuestas y entrevistas, definir claramente el universo a muestrear, así como verificar que los actores concernientes con diferentes niveles estén presentes -ciudadanos, líderes, empresarios,...etc.- acorde con el objeto del estudio. A partir de ello se define la muestra mediante elección aleatoria. Tamayo-Tamayo (2000) por su parte, recalca la importancia de determinar la validez del muestreo en este tipo de estudios, mientras que Salkind (1997) nos refiere que debe seleccionarse “una muestra que sea apropiada para su estudio tanto en sus características como en su tamaño.”

Esclarecer si una muestra es o no representativa es una situación compleja en muchos casos, por cuanto la estadística históricamente ha lidiado este problema con variables cuantitativas; además, el método de las entrevistas, por lo dispendioso, generalmente se aplica sobre muestras pequeñas que difícilmente serán representativas de una población particular. Aun así, las entrevistas están sujetas a los mismos criterios de confiabilidad, validez y objetividad que rigen a cualquier otro instrumento de medición. Por ello, su principal defecto es que toman gran tiempo, cuestan mucho dinero o deben enfocarse en muy pocas personas, lo cual, le baja posibilidad de inferencias a una población mayor.

Buendía-Eisman *et al.* (1999) refieren algunos factores que afectan la validez externa de una investigación en el área de la psicopedagogía, los cuales podemos inferir a otras ciencias:

- 1) *Población*: se puede generalizar de muestra a población?
- 2) *Ecológica*: las condiciones ambientales en que se llevó a cabo el estudio permiten generalizar a otras condiciones ambientales?
- 3) *Modificaciones en los sujetos sometidos a experimentación*: en estudios sociales los cambios en la conducta de los sujetos pueden producir resultados alterados por:
 - a. Efecto Hawthorne: porque se siente observado o analizado; desmotivación en sujetos del grupo control por saber que no hay tratamiento sobre ellos -de allí el uso de placebos-.
 - b. Efecto debido a la novedad o a la interrupción de procesos normales.
 - c. Efecto del experimentador.
 - d. Efecto debido a la sensibilización del pretest.
 - e. Efecto debido a la sensibilización del postest.
 - f. Efecto de la interacción entre la historia y el tratamiento -el contexto histórico incide en la expresión de un fenómeno-.
 - g. Efecto John Henry: cuando hay comunicación y competencia entre los grupos de prueba.
 - h. Medida de la variable dependiente -ejemplo: cambio de instrumento entre pretest y postest-.

- i. Interacción entre el tiempo de medida y el efecto del tratamiento -hay efectos a corto, mediano y largo plazo y debe ajustarse el estudio a ellos-.
- j. *Validez del constructo*: ¿el instrumento que hemos abordado nos permite efectivamente inferir en el constructo estudiado?

En relación con las características ecológicas referidas por estas autoras, cabe señalar que las circunstancias en que se realiza una medición pueden afectar los resultados de una investigación. Así, por ejemplo, en los ecosistemas acuáticos tanto las condiciones físicas y químicas como las abundancias de los organismos, están ampliamente afectadas por la época climática, el día de la semana e incluso, en ocasiones, por la hora. De igual modo, la aplicación de un test de educación en horas de la mañana podría llevar a resultados distintos a cuando se aplica después de almuerzo o en la noche después de una jornada ardua de estudio o trabajo. Por tanto, debe guardarse precaución con tales factores y enmarcar los resultados bajo las condiciones particulares en que se dieron las mediciones.

Añaden Buendía-Eisman *et al.*, que en investigaciones de carácter experimental se debe procurar que las condiciones del mismo se parezcan estrechamente a la situaciones cotidianas de los sujetos. Así mismo, se deben evitar voluntarios, mortalidad y sujetos en extremo atípicos.

Advierten estas autoras que de forma consciente, se debe evitar en cualquier estudio, que el investigador enceguecido simplemente vea lo que quiere ver.

III. ENFOQUE PRÁCTICO: CÓMO FORMULAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS DE GRADO

1. INTRODUCCIÓN

Los *trabajos de grado* con frecuencia llamados *tesis* en el contexto académico, corresponden a investigaciones de pretensión científica que hacen parte de los requerimientos para obtener el grado de una institución, sea escolar o universitaria. Se trata de un ejercicio académico donde los aspirantes al título ponen en práctica los conocimientos y habilidades que han acumulado durante su carrera y donde demuestran su capacidad investigativa, incluida la habilidad de formular preguntas, buscar y consultar bibliografía, diseñar métodos de muestreo, analizar información y, finalmente, realizar tal investigación mostrando capacidad de escritura, coherencia, organización y síntesis. No está demás señalar que la temática elegida debe ser pertinente con la ciencia o disciplina estudiada.

En este documento no se hace distinción entre el trabajo de grado y la investigación científica, ya que se parte de que una y otra se enmarcan y participan dentro de los cánones referidos por la ciencia, el método científico y la investigación, temas abordados en el capítulo previo.

En el contexto académico denominamos como *tesis* al *trabajo de grado* y como *proyecto de trabajo de grado*, a la propuesta previa que debe ser aprobada para poder dar inicio a la realización del primero. El término tesis no se empleará en este documento en razón de la connotación que representa en el campo de la dialéctica.

Al margen de la propuesta y el resultado de la investigación, el trabajo de grado ahonda en diversas facetas de la personalidad, la habilidad científica y la ética profesional del estudiante. Es, por tanto, una invitación a conocerse a sí mismo, ¿quién soy? ¿qué deseo ser profesionalmente?, ¿cuáles son mis intereses a corto, mediano y largo plazo?, ¿qué tan responsable y capaz soy?, ¿qué tanto compromiso y autonomía tengo?

El trabajo de grado es, además, un termómetro para que el estudiante mida sus propias capacidades: ¿en qué soy bueno? ¿puedo realizar el trabajo a cabalidad? ¿sé buscar y consultar bibliografía? ¿sé escribir una idea en forma coherente? ¿qué he aprendido a lo largo de mi carrera?. Es también una invitación a mejorar conocimientos básicos necesarios para la vida: lectura de textos en un segundo idioma, uso apropiado del computador abarcados un procesador de texto, una hoja de cálculo, una base de datos o una presentación; o incluso un avance significativo en temas más especializados como técnicas de muestreo, análisis estadístico, paquetes estadísticos, sistemas de información geográfica, legislación, gestión etc.

En los párrafos que se desarrollan a continuación se presentan los aspectos más relevantes de la planificación, el diseño y la formulación de la investigación, temática correspondiente al *proyecto de trabajo de grado*.

Cabe referir, como punto inicial, que el grado de profundidad de la investigación va de acuerdo con el nivel de los estudios o del grado alcanzado -bachiller, pregrado, maestría, doctorado- y, por tal razón, no se puede hablar de un nivel de profundidad particular ni de un tiempo específico para ello. Para Eco (1999), por ejemplo, en trabajos de grado de nivel de doctorado es esencial que el estudiante demuestre que puede realizar algún aporte a su disciplina. Aun así, unas y otras deben experimentar un proceso semejante enmarcado en un procedimiento juicioso y coherente.

Muñoz-Razo (1998) nos refiere tres tipos de investigación, las cuales deben ser generadoras de conocimiento nuevo:

1. *Documental o teórica*: se centran exclusivamente en la recopilación de datos existentes en forma documental, y su propósito es profundizar en las teorías y aportes ya emitidos sobre el tópico de estudio. Se soporta en fuentes bibliográficas, iconográficas, fonográficas, películas, vídeos y medios magnéticos. Su grado de carácter documental es muy alto, apoyando lo encontrado con muy poca investigación de campo.

Eco (1999) nos refiere, que trabajos de grado por ejemplo, en política, también pueden tener carácter de ciencia si cumple con las bases científicas de una investigación. En tal sentido, podemos generalizar que no solamente en política sino en cualquier disciplina se puede hacer ciencia en tanto se produzca conocimiento nuevo y se haga un análisis crítico de la información existente.

2. *De campo o práctica*: se basa en información primaria o que será colectada directamente de la fuente y que requiere en esencia de un instrumento para ello. Se apoya en la observación histórica, la observación controlada, la experimentación y el acopio de antecedentes por medio de entrevistas, encuestas o mediciones, entre otros. El trabajo se efectúa principalmente en el campo y se soporta con resultados de otros autores en menor grado.
3. *Documental y de campo*: la recopilación y el tratamiento de datos se conjuga en forma más o menos equitativa, a fin de generar información nueva y consolidarla con la obtenida por otros autores. Inicia con el análisis teórico del tópico objetivo y, una vez estudiado éste, se realiza la comprobación de su validez en el campo.

No se han incluido en este grupo las *monografías* ya que aunque podrían generar conocimiento nuevo a partir del análisis de una temática particular, generalmente se limitan a *presentar* un tema específico.

Tamayo-Tamayo (2000) plantean que hay cuatro requerimientos para el inicio de una investigación:

- Conocimientos relativos a los fundamentos de una investigación
- Conocimientos del tema a tratar
- Plan o proyecto de investigación
- Recursos para realizar el proyecto

La formulación y sustentación de un proyecto de trabajo de grado de manera previa al inicio de la investigación, permite a profesores y tutores, y de paso a estudiantes o investigadores, mostrar si hay una apropiación suficiente sobre el tema, sus teorías y conceptos; a la vez, permite reconocer si se ha dado coherencia a la formulación de los objetivos, los métodos y las técnicas de análisis propuestos. Por lo anterior, impiden que el estudiante caiga al vacío sin saber lo que hay cuesta abajo, dándole la posibilidad de detectar tales inconsistencias antes, y no durante o al final del proceso. Le proporciona al investigador, además, la oportunidad de precisar, modificar o incluso abandonar su investigación. Por tanto, demuestra la viabilidad de la misma.

El proyecto de trabajo de grado es un documento que identifica y precisa el problema y los objetivos de la investigación, su base conceptual y teórica, la operacionalización de las variables y los aspectos metodológicos (Lerma, 1982). Es el espacio adecuado para expresar lo existente y lo faltante en una temática particular.

La realización de la investigación puede iniciar desde un estudio previo, e incluso puede basarse en la información capturada por otros investigadores –secundaria-, o puede partir desde la intención misma y sin conocimiento alguno sobre el tema. En el primer caso, podría tener el objetivo de mostrar algo no analizado por los investigadores precedentes o perseguiría un enfoque distinto con miras a fortalecer o desvirtuar sus conclusiones.

La investigación podría también hacer parte de una investigación más grande y extensa que se prolongará por varios años (Eco, 1999). Para este autor un trabajo de grado –tesis- significa:

- Localizar un tema concreto
- Recopilar documentos sobre dicho tema
- Poner en orden dichos documentos y volver a examinar el tema partiendo de cero a la luz de los documentos recogidos; es, por tanto, un trabajo metódico
- Dar una forma orgánica a todas las reflexiones precedentes
- Escribir la investigación de modo que quien la lea comprenda lo que se quería decir y pueda, si así lo desea, acudir a los mismos documentos para reconsiderar el tema por su cuenta.

Encuestas realizadas por Muñoz-Razo (1998) señalan que entre las mayores dificultades que experimentan los estudiantes para el desarrollo de su trabajo de grado, están: el temor al fracaso, junto con la elección del tema. Parte de tales inconvenientes, añade el autor, surgen de los pocos conocimientos relativos a las técnicas, los requerimientos y las características de los distintos métodos de investigación.

Salkind (1997) recalca que la secuencia para el desarrollo de un proyecto de investigación, no es aquella comúnmente dada por los filósofos y que sigue el orden *idea, pregunta, hipótesis y revisión bibliográfica*, porque un proyecto no es una secuencia lineal y, a la vez, porque la pregunta de investigación y la hipótesis son más bien el resultado de una interacción entre la idea original del científico y una revisión continua y exhaustiva de la bibliografía. La secuencia propuesta por este autor es:

Idea ↔ revisión de la bibliografía → pregunta de investigación → hipótesis de investigación

Si bien la idea u objeto de estudio puede surgir *de la nada*, las más de las veces llega después de una intensa inmersión en el tema que nos permite descubrir las hipótesis resueltas, las dudas teóricas, los planteamientos inconclusos y las diferentes perspectivas utilizadas. A manera de ejemplo, una idea como *alometría del Pomacanthus paru*, no conduce al lector *per se* a una hipótesis de investigación. Por tanto, las ideas constituyen el punto de partida de los investigadores con amplio dominio temático y una larga experiencia, pero no son, regularmente, el punto de partida de los novatos.

Cuando se inicia un proyecto de investigación con un tema que se desconoce o con el cual ha habido poca aproximación, se corre el riesgo que el mismo se abandone al cabo de un tiempo, por cuanto no llena las expectativas del investigador, o porque resulta muy difícil, costoso o extenso. Por tal razón, conviene que exista algún vínculo emocional, así como de conocimientos previos, para que esto no suceda. Aun así, es común que el tema gire levemente en torno a la temática previamente elegida; de este modo, un estudio en la Isla de Providencia puede desplazarse a la Isla de San Andrés, o un estudio en percepción del turismo puede girar hacia la caracterización de este último, etc.; lo que no es deseable es que el tema gire 180°.

Los ítem que debe incluir un proyecto varían de institución a institución, sin embargo, se pueden agrupar en tres cuerpos fundamentales (Tamayo-Tamayo, 2000):

- Los que se refieren al tema
- Los que hacen referencia al problema
- Los que tratan la metodología

A los anteriores cabría añadir un cuarto ítem relativo a:

- Infraestructura y logística

A *grosso modo* los numerales que incluye un proyecto de investigación son, en su orden, los siguientes:

- Portada: Título, investigador (es), institución, ciudad, fecha, director
- Introducción
- Objetivos-hipótesis
 - ◇ General
 - ◇ Específicos

- Justificación
- Marco de referencia
 - ◊ Conceptual
 - ◊ Teórico
 - ◊ Antecedentes
 - ◊ Geográfico
 - ◊ Demográfico
 - ◊ Institucional
 - ◊ Legal
- Diseño metodológico
 - ◊ Campo
 - ◊ Laboratorio
 - ◊ Análisis
- Cronograma
- Materiales y equipos
- Presupuesto
- Bibliografía citada

El orden previamente expuesto, corresponde a la *presentación* del proyecto pero, para la *construcción* del mismo, se sugiere la siguiente secuencia, que será desarrollada a continuación:

- Elección de un tema
- Consulta bibliográfica
- Delimitación del tema
- Objetivo general
- Hipótesis y objetivos específicos preliminares
 - ◊ Justificación
 - ◊ Confrontación metodológica para cada objetivo específico
 - ◊ Viabilidad de los objetivos específicos
- Objetivos específicos definitivos
 - Metodología
 - ◊ Campo
 - ◊ Laboratorio
 - ◊ Análisis
 - Título
 - Marcos de antecedentes, teórico y conceptual.
 - Marcos geográfico, demográfico, institucional y legal
 - Introducción
 - Cronograma
 - Materiales y Presupuesto
 - Bibliografía

SE RECOMIENDA AMPLIAMENTE, MANTENER UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA PERMANENTE A LO LARGO DE TODA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO, E INCLUSO, DURANTE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

2. ELECCIÓN DE UN TEMA

El proceso de investigación inicia con la selección de un tema de estudio. Es importante señalar, sin embargo, que durante esta etapa el tema de investigación tiene carácter provisional y puede dar lugar a cambios leves o radicales. Vale aclarar que el tema por sí mismo no conduce a un trabajo de investigación bueno o malo, sino será su contenido, su originalidad y su rigurosidad los que dictaminen tal calificativo.

En el campo de la ecología, a manera de ejemplo, el tema puede elegirse por alguna de las siguientes vías:

- Componente biótico: comunidad, taxa o especie
- Componente abiótico: agua, aire, suelo, ruido, etc.
- Componente antrópico: legislación, educación, gestión, tecnología, salud, etc.
- Tópico: bioensayos, contaminación, conservación, biodiversidad, etc.
- Sitio
- Vinculación a un proyecto de investigación
- Pregunta o temática específica

Para el ejemplo anterior, la elección de componentes o tópicos generalmente está asociada a trabajos previos, asignaturas cursadas o profesores con los cuales ya ha habido una aproximación conceptual, por lo que el ingreso del investigador no se da a ciegas, lo que de alguna forma favorece el inicio del proceso. En el caso de la ecología, la clase más gruesa sería a nivel de reinos como vegetación o fauna -u otro-, y se hace más fina en tanto se avance en la taxonomía del grupo como, por ejemplo, fauna → peces → trucha; o, vegetación → macrófitas acuáticas → buchón.

El inicio de una investigación ocurre también por la elección de un *sitio* dada una afinidad emocional con una localidad -conocida o no-, por contactos previos con personas, funcionarios o investigadores de una zona o región, o porque se prevé una ayuda económica o logística en torno al lugar. Sin embargo, tal inicio con frecuencia indica que aún no hay claridad en torno a lo que se va a realizar. Así, por ejemplo, una investigación en la Isla de Providencia puede abordar temáticas sociales, culturales, económicas, biológicas, turísticas, industriales, etc.

Otro punto de entrada a la investigación surge por la *vinculación a un proyecto de investigación existente*, lo cual tiene sus pro y sus contra. Por un lado, denota usualmente que el investigador está perdido en la elección de un tema de estudio y que, por tanto, está dispuesto a vincularse para realizar *lo que toque hacer*; ello implica, por demás, inseguridad del investigador en el abordaje de su proyecto. Al mismo tiempo, el investigador se favorece

de una tutoría muy estrecha desde el inicio mismo, lo que le ayudará a sortear dificultades conceptuales y metodológicas.

Un último caso a referir es cuando el estudiante inicia a partir de una *pregunta o temática específica de investigación*, la cual ya se encuentra relativamente estructurada por cuanto ha habido una aproximación teórica y conceptual previa, lo que entraña que se conoce el sitio o se ha trabajado en el tópico y muy seguramente se ha avanzado en la revisión bibliográfica. En estos casos, la dirección de la investigación está muy esclarecida desde su inicio, lo cual permite una consulta temática precisa y menores probabilidades de que se abandone o que gire abruptamente.

En la elección del tema está implícito también, un preconocimiento sobre los costos o el tiempo que la investigación pueda tomar y, como nos señala Eco (1999), en la capacidad de prever que efectivamente sí podremos realizar tal estudio -por ejemplo, disponibilidad de información y capacidad de análisis de la misma-. Así, por ejemplo, el investigador podría estar interesado en estudiar las migraciones de ballenas sobre el Pacífico Sudamericano pero, claramente, un proyecto de esta naturaleza involucra varios años de vinculación permanente a un gran proyecto, así como una infraestructura compleja incluidos, buques, equipos de telemetría, alquiler satelital, etc. Unos y otros representan costos elevados que no se corresponden con un trabajo de grado y requieren de financiación de entes gubernamentales o académicos. El trabajo de grado debe, por tanto, ser consecuente con los alcances que se esperan del mismo y con los recursos personales o familiares de que se dispone.

No es muy aconsejable supeditar el inicio y desarrollo del mismo a una financiación externa, por cuanto la demora o la negación de la misma pueden echar al traste con todo el proyecto. Este problema se complica aún más, cuando hay tiempos y costos estipulados por las instituciones académicas para el cumplimiento con el proceso de la investigación. Igual ocurre cuando se requiere de permisos para trabajar en Parques o Reservas Naturales, ya que éstos, regularmente, pueden demorarse varios meses o incluso años, además de que las autoridades usualmente solicitan gran cantidad de cambios en el proyecto acorde con sus propios intereses; tales investigaciones pueden hacerse, sin embargo, cuando la elaboración del proyecto se da de la mano de un funcionario de dichas entidades.

La elección del tema es vista por diferentes autores bajo criterios tales como los siguientes:

Salkind (1997):

- Experiencias personales y conocimientos previos
- Planteamiento de una pregunta de investigación
- Por profesores o investigadores -con la ventaja de abordar temas de vanguardia-

Muñoz-Razo (1998):

- Área de conocimiento afín
- Tema de interés

- Tema a partir de una materia favorita
- Tema por referencias -amigos, profesores-
- Tema de moda
- Tema por asignación del mismo

Tamayo-Tamayo (2000):

- Temas que nos inquietan o son de nuestra preferencia
- Experiencias personales
- Consulta a profesores o notas de clase
- Revisión bibliográfica de diferentes temas
- Examen de diversas publicaciones sobre un posible tema
- Información sobre temas afines
- Conexión con instituciones

Tamayo-Tamayo sugiere considerar en la elección del tema factores de orden *subjetivo* como son el agrado por el tópico, la capacidad para desarrollarlo, el tiempo, los recursos o la disponibilidad del material; como también, de orden *objetivo* que se refieren a si llena los requisitos exigidos por la institución y su utilidad.

El investigador debe reflexionar también sobre sus propias capacidades, ya que mientras algunos demuestran gran habilidad en el campo o en el fondo del mar, otros hacen lo propio en el laboratorio, frente a un computador, las matemáticas o simplemente expresan amplia comunicación con niños o adultos. Es decir, debe preguntarse en que actividades se desempeña mejor y con mayor agrado, sin eliminar la posibilidad de que precisamente elija un tema en el que se sienta débil por el interés o reto personal a su fortalecimiento. En este último caso, claramente se requerirá de un mayor esfuerzo para llevar a término el estudio en forma adecuada.

Por último, Lerma (1982) recomienda al investigador analizar su idea con expertos, colegas y compañeros, antes de abordarla de forma definitiva.

3. CONSULTA BIBLIOGRÁFICA

Elegido el tema de estudio se procede a una ardua pesquisa, recopilación y lectura bibliográfica sobre la temática de interés, la cual permite fortalecer los conocimientos teóricos y conceptuales de la ciencia en cuestión, como también, permite reconocer avances metodológicos y perspectivas de análisis. La consulta bibliográfica posibilita conocer las grandes teorías que se han producido, las hipótesis que se han planteado y han salido victoriosas, como también las que se han refutado. A grandes rasgos, nos muestra un panorama histórico y cronológico de como han ido evolucionando los conocimientos en un área particular.

Cabe referir que en ciencias naturales se encuentran muchos textos en español; no obstante, las mejores revistas científicas se editan en inglés –u otros idiomas- por lo que el estudiante deberá tener un acercamiento previo con tal idioma. De hecho, Eco (1999) nos advierte que en muchas situaciones la elección del tema en humanidades puede conducirnos a idiomas particulares donde se han desarrollado los mayores avances científicos, e igual cuando se desean revisar manuscritos originales de un determinado autor.

En principio, la mayoría de las investigaciones tienden a ser de tipo mixto, con una base teórica seguida por una empírica; lo inverso es inusual porque no tiene sentido una toma de datos desconectada de un marco teórico, o sin objetivos concretos. Ladrón de Guevara (1981) anota que es importante que la base conceptual de la que se parte, esté encuadrada o se corresponda con un marco teórico particular, es decir, sin contradicciones, a la vez que los referentes empíricos escogidos para someter a prueba la hipótesis, respeten la base empírica sobre la que se sustenta la teoría de la que se han extraído los conceptos que se están empleando.

Una amplia apropiación de la temática por parte del investigador es entonces fundamental para el desarrollo de la investigación. En ella se da de hecho, una investigación teórica como tal.

Salkind (1997) refiere que la revisión bibliográfica influye en la dirección que adoptará la investigación y, a la vez, permite visualizar diversos enfoques que facilitan el camino para plantear la (s) pregunta (s) de investigación. Añade que la revisión bibliográfica previene el planteamiento de preguntas ya respondidas o triviales. La revisión también ayuda a esclarecer hechos, conceptos, clasificaciones o explicaciones (Lerma, 1982), además, ayuda a estructurar más formalmente la idea de investigación, previniendo errores que se han cometido en otros estudios y provee, también, un marco de referencia para interpretar los resultados finales (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998).

Con el tema definido, el investigador deberá precisar los subtemas que abordará en su lectura.

Se distinguen dos tipos básicos de *fuentes de información bibliográfica* -aunque otros autores señalan también fuentes terciarias o generales-:

1. *Fuentes primarias -directas-*: proporcionan datos de primera mano y generalmente se refieren a revistas científicas, trabajos de grado, investigaciones institucionales, ponencias, ensayos o documentos periodísticos. Suelen ser concretos en cuanto a la temática estudiada.
2. *Fuentes secundarias*: responden principalmente a libros cuyo trabajo ha sido elaborado a partir de información primaria y donde se consolidan teorías en el marco del análisis de numerosas fuentes. Generalmente son realizadas por investigadores reconocidos por su experticia en el tema, razón por la cual prestan un gran servicio de síntesis. Las mismas permiten visualizar enfoques más globales.

Eco (1999) recalca la importancia de consultar fuentes primarias y, en particular, cuando nos centramos en un autor particular -en humanidades-. Sin embargo, en muchas ciencias

generalmente resulta más útil iniciar por fuentes secundarias, es decir, por textos generales, en particular, cuando no hay una gran apropiación de la terminología, los conceptos y las teorías del área de conocimiento elegido. Si se inicia con información primaria se corre el riesgo de no entender apropiadamente lo que se lee y, con ello, se crea desmotivación hacia el proceso de investigación. A la vez, la información primaria suele ser muy puntual respecto a la temática manejada, mientras que en libros más generales se muestra una visión más amplia. La lectura de la información secundaria ayuda a crear, fortalecer o aclarar una base estructural de conceptos y definiciones sobre el tema y, a medida que el investigador se apropie de la misma, podrá ir haciendo una consulta progresivamente más especializada.

Eco (1999) nos advierte, sin embargo, que “Lo que no se ha de hacer jamás es citar de una fuente de segunda mano fingiendo haber visto el original”. También nos indica que es más seguro realizar la búsqueda por autores que por temas ya que en el último caso estamos a merced de quienes hayan catalogado los libros, aunque habría que añadir, que la búsqueda por autores implica ya un conocimiento previo sobre aquellos sujetos que han abordado tal o cual temática.

Para optimizar la consulta bibliográfica de libros, se puede comenzar analizando el índice de contenido y el índice analítico o de materias cuando ya se conocen búsquedas específicas (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998). Esta primera revisión de libros generales puede ser rápida y no meticulosa, salvo si ya se denota un claro interés por un tópico específico. Es lo que Cervo y Bervian (1997) denominan prelectura o lectura de reconocimiento, en la cual, se consultan portada, índices, prefacio, bibliografía, citas, introducción y conclusiones. En los libros se consultan apartes de los diversos capítulos y en artículos el título y el resumen. Con esta lectura se selecciona el material que habrá de ser consultado con mayor profundidad bajo un análisis crítico y reflexivo en forma posterior. Señalan estos autores que el estudio de un texto se da a partir de una reflexión global y de allí pasa al análisis de las partes para llegar, finalmente, a una síntesis integradora, lo cual supone la capacidad de identificar las ideas más importantes.

Por último, viene la lectura interpretativa que es referida por Cervo y Bervian, como aquella en la cual se extrae lo que el autor realmente persigue, los datos que ofrece y las conclusiones que deriva. En este punto, los datos que eran de utilidad para el autor, pueden ser también importantes para el lector a la luz de sus propios objetivos y, por ello, podrá valerse de éstos en sus antecedentes o quizá, posteriormente, en el análisis comparativo de resultados cuando finalice su investigación.

Lerma (1982) señala que los trabajos a considerar principalmente en la revisión bibliográfica deben referirse a:

- Problemas, temas o poblaciones similares
- Relaciones y variables
- Trabajos metodológicos propios de la temática elegida -diseño, método de análisis, validez de los instrumentos de medición, entre otros-

Hernández-Sampieri *et al.* (1998), refieren que también es válida la consulta de estudios efectuados en otros países, que si bien podrían diferir del contexto local, pueden aportar información valiosa en muchos aspectos.

Para el encuentro con la bibliografía se aconseja la elaboración de fichas o resúmenes en tarjetas, hojas escritas a mano, archivos en computador u otro, donde se anota en forma resumida además de la reseña bibliográfica -autor, año, título, editorial, páginas-, los principales conceptos, ideas, teorías o métodos de cada investigación. Es útil anotar también, el lugar donde se encuentra tal publicación -biblioteca, hemeroteca, universidad, Internet...- así como su código o dirección de consulta. En cada ficha se pueden escribir hechos, datos y citas textuales (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998) las cuales deben anotarse entre comillas y con el número de página. Se pueden adicionar también, anotaciones personales pero, dissociando unas de otras de forma clara. Para algunos tópicos particulares como, por ejemplo, lo relativo a datos, fechas, nombres, listas, códigos, etc., puede resultar conveniente fotocopiar algunas páginas de los documentos consultados para anexarlas a las fichas bibliográficas o, en su defecto, copiarlas con escáner. Sobre los libros personales o las fotocopias se puede acudir también a resaltar con colores los temas de interés.

Las fichas tienen la ventaja de que el investigador no tiene que estar volviendo una y otra vez sobre los documentos originales, que quizá no los tiene o son de difícil acceso, a la vez que puede usarlas por muchos años en diversos trabajos de investigación. Por tanto, es importante que las fichas se hagan a conciencia y sean suficientemente claras. Si bien las referencias bibliográficas en la biología generalmente no llevan el nombre del autor sino sus iniciales, cabe seguir el consejo de Eco (1999) de anotar también el nombre de los autores por cuanto podríamos, con las solas iniciales, tener la sorpresa de encontrarnos con múltiples investigadores.

En ocasiones, resulta de interés la consulta de volúmenes viejos pero clásicos dentro de una ciencia particular; de otro modo, se deben preferir consultas recientes en especial en ciencias que puedan cambiar rápidamente sus conceptos, teorías y métodos.

Vale señalar, que la consulta bibliográfica suele incluir una amplia variedad de temáticas y no una sola. Así, por ejemplo, si se desea hacer un estudio sobre Isla de Providencia, el estudiante deberá abordar temas relativos a ubicación, descripción geográfica y geológica, clima, población, historia, idioma, educación, cultura, economía, legislación, etc., por citar las más importantes.

Walker (2002) nos advierte que debemos tener prelación por autores reconocidos y por casas editoriales de renombre, como es el caso de revistas científicas y textos publicados por universidades los cuales, generalmente, son revisados por pares expertos antes de su publicación. Esta apreciación la hace extensible a las consultas en la *WEB* las cuales deben recaer en fuentes gubernamentales, no lucrativas, reconocidas o universitarias, y cuya ventaja principal es la posibilidad de actualización inmediata. Esta autora sugiere no incluir revisiones de enciclopedias o revistas populares, ya que en trabajos de investigación se debe profundizar en las fuentes de consulta.

A la hora de realizar la pesquisa bibliográfica hay que tener en cuenta el sistema de clasificación decimal de Dewey que es el más usado en catalogación en bibliotecas (Walker, 2002) y cuya nominación es la siguiente:

000-099 Obras generales	500-599 Ciencias puras
100-199 Filosofía	600-699 Tecnología -ciencia aplicada-
200-299 Religión	700-799 Artes
300-399 Ciencias sociales	800-899 Literatura y retórica
400-499 Lenguaje	900-999 Geografía e historia

Estas clases se subdividen en decenas, así, por ejemplo, para ciencias puras -500- se tiene que:

510 Matemática	560 Paleontología y Paleozoología
520 Astronomía y afines	570 Ciencias de la vida
530 Física	580 Ciencias botánicas
540 Química y afines	590 Ciencias zoológicas
550 Ciencias de la Tierra	

o para ciencias sociales:

300 Ciencias sociales	350 Administración pública
310 Estadística	360 Servicios sociales y asociaciones
320 Ciencias políticas	370 Educación
330 Economía	380 Comercio, comunicaciones y transportes
340 Derecho	390 Costumbres, protocolos y folclor.

Es importante recordar al investigador que la revisión bibliográfica debe hacer parte del estudio, no en un único momento, sino a lo largo de toda la investigación.

4. DELIMITACIÓN DEL TEMA

Generalmente la idea inicial del investigador se refiere a un *tema amplio o general*, que se va delimitando en población, contenido, espacio y tiempo, a través de diversas fuentes de aproximación, hasta alcanzar el *tema específico*. Esta delimitación se va logrando a medida que se reflexiona sobre él, se revisa bibliografía y se consulta con expertos (Lerma, 1982). Para Cerro y Bervian (1997), la delimitación del tema conlleva, además, una discusión teórica sobre el conjunto de conocimientos ya encontrados.

Este proceso ocurre al ir desmembrando el tema en subtemas y éstos, a su vez, en temas específicos. El proceso generalmente ocurre en forma natural, consciente o no, a medida que el investigador avanza en su revisión bibliográfica. La misma ocurre por afinidad temática, por viabilidad -tiempo, infraestructura- o por consejo de otros investigadores, entre otros. No

obstante, se le sugiere al investigador que a medida que realiza la revisión bibliográfica, realice un esfuerzo consciente y no espere en forma pasiva, para concretar la temática de su investigación. Lo anterior significa aproximarse a los objetivos que, aunque temporales, habrán de concretarse en un momento posterior. La delimitación del tema no requiere aún de que se precisen los objetivos específicos o la metodología del estudio, ya que éstos se pueden abordar únicamente cuando se ha puntualizado y acotado el tema de investigación. En este momento debe esclarecerse *qué voy a hacer, en qué lugar y tiempo, y con qué población*. Los siguientes ejemplos nos describen tal situación:

- Economía de los pescadores de
- Nivel educativo de profesores de primaria en la ciudad de ...
- Percepción de la agricultura en campesinos de ...

La definición de los objetivos específicos, constituye la etapa siguiente del proyecto.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS, OBJETIVOS

5.1 Objetivos Generales y Específicos

El *objetivo general* de una investigación se enmarca en el título de la misma y se descompone, a su vez, en *objetivos específicos* o propósitos de comprobación y descripción del sistema o de las variables de estudio.

El *objetivo general* señala el nivel de conocimiento que se desea obtener del objeto como resultado de la investigación (Briones en Lerma, 1982). Por lo regular, cada investigación tiene un único objetivo general cuyo enunciado se inicia con un verbo en infinitivo, aunque puede escribirse incluso con más de un verbo: *Identificar y describir...*

El objetivo general constituye la directriz de la investigación, mientras que el resto del documento se construye como apoyo o soporte al mismo.

Los *objetivos específicos*, por su parte, reseñan los resultados o metas parciales. Se enuncian e inician también con verbos en infinitivo. Cada objetivo específico debe incluir un solo logro (Lerma, 1982). Una investigación puede tener uno o múltiples objetivos específicos y cada uno de ellos debe aferrarse a una metodología de campo, de laboratorio o de análisis particular, si bien en muchos casos se pueden emplear procedimientos semejantes.

Hay que tener en cuenta que un objetivo específico puede componerse de múltiples actividades por lo que debe tenerse precaución en no confundir los primeros con las segundas. Así, por ejemplo, si el objetivo es caracterizar las unidades de paisaje de un área particular, como actividades de éste se encuentran, la adquisición de las imágenes, la fotointerpretación

de las mismas y su digitación, el cálculo de información a partir de un sistema de información geográfico y quizá una visita a campo para corroborar la información.

Se sugiere a la hora de redactar hipótesis y objetivos, hacerlo en forma no negativa y sin dobles negaciones (Buendía-Eisman *et al.*, 1999).

Si se aborda el proceso desde una pregunta de investigación, debe tenerse en cuenta que la misma:

- Puede ser contestada dentro de los límites de tiempo, costos, estado del conocimiento, técnicas, instrumentos disponibles y contexto de la investigación (estatal, académica, trabajo de grado, etc.)
- Debe ser clara en tanto puede describir un fenómeno o estudiar sus causas
- Es más interesante cuando aborda un enfoque comparativo. Ejemplo: *los niños sí aprendieron!* dice menos que: *bajo tales condiciones hubo mayor aprendizaje en ... que en ...*
- Debe tener interés científico, ojalá con altos beneficios y bajos costos

Cuanto más clara sea la pregunta de investigación, más fácil será el planteamiento de la hipótesis. Al respecto, Salkind (1997) nos advierte de dos puntos de interés:

- No es lo mismo expresar una idea que postular una pregunta de investigación, ya que en la primera hay una actividad mental *desbocada*
- La formulación escrita del proyecto, conlleva un proceso de orden mental, de reflexión y de compromiso

Haciendo la salvedad que algunos autores denotan un orden diferente, el proceso formal que da lugar a los objetivos es el siguiente:



El siguiente ejemplo representa el proceso descrito:

- **Idea:** mientras contemplo un árbol de eucalipto, me surge la inquietud de si el área de las hojas situadas en la parte superior cambia respecto a las de la parte inferior, ya que la mayor o menor incidencia lumínica podría afectar dicha área. Entonces formulo la pregunta de investigación
- **Pregunta:** ¿el área de las hojas del eucalipto cambia de la parte superior a la inferior? De allí me muevo a la hipótesis
- **Hipótesis:** el área de las hojas del eucalipto cambia de la parte superior del árbol a la inferior. Definida la hipótesis se debe explicitar el objetivo
- **Objetivo:** determinar si el área de las hojas del eucalipto cambia de la parte superior a la inferior del árbol

Nótese que, en esencia, se dice lo mismo pero, de forma distinta, por lo que debe tenerse cuidado con la redacción de los mismos.

A este proceso algunos autores lo llaman *problema de investigación* mientras que, para otros, el problema se refiere solamente a la *pregunta*. De hecho, para Cerro y Bervian (1997), el problema es una pregunta que envuelve intrínsecamente una dificultad teórica o práctica, a la cual se debe hallar una solución. Estos autores añaden, que para formular bien el problema, se debe tener amplios conocimientos sobre el tema y, además, se debe tener una gran imaginación creativa, la cual es la causa del progreso de las ciencias.

Las hipótesis de los estudios comparativos como el descrito en el ejemplo anterior o los causales, son más fáciles de abordar bajo este formato en relación con otros de carácter exploratorio como el siguiente:

- **Idea:** mientras contemplo un partido de fútbol me pregunto sobre la táctica que utiliza mi equipo preferido
- **Pregunta:** ¿cuál es la táctica que emplea mi equipo?
- **Hipótesis:** aquí no hay una hipótesis clara salvo que establezcamos un patrón de referencia, como sería comparar la táctica de un equipo frente a otro, frente a tácticas empleadas décadas atrás, en otros países, etc.
Hipótesis: la táctica actual de mi equipo es más defensiva que la expuesta una década atrás. Nótese que esta hipótesis ya no obedece estrictamente a la pregunta previamente planteada, por lo que tendríamos que modificar aquella
- **Pregunta:** ¿ha cambiado la táctica de mi equipo durante la última década?
- **Objetivo:** determinar si la táctica de mi equipo de fútbol es más defensiva ahora que hace una década

Hay que recordar que el objetivo debe ser consecuente con la hipótesis y que esta última se escribe a manera de proposición que puede ser demostrada o rechazada. Por tanto, debe tenerse precaución con los verbos utilizados en los objetivos específicos, tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

- **Objetivo:** observar el ritual de apareamiento de las ballenas jorobadas. Este objetivo nos conduce a sólo una hipótesis plausible:
- **Hipótesis:** *el ritual de apareamiento de las ballenas jorobadas puede ser observado*. Esta hipótesis, sin embargo, no es pertinente para una investigación por lo que tendríamos que cambiar el verbo *observar* por *describir* u otro, o cambiar el enfoque de la investigación tal como se muestra a continuación:
- **Hipótesis:** las ballenas jorobadas se aparean en las costas colombianas
- **Objetivo:** observar si existe apareamiento de las ballenas jorobadas en las costas colombianas

Algunos de las hipótesis-objetivos surgen de las siguientes situaciones:

- Se detectan problemas en las teorías vigentes

- Se quieren poner a prueba teorías en desarrollo
- Se desea fortalecer una teoría colocándola a prueba sobre nuevas poblaciones o comunidades
- Se pretende caracterizar o evaluar la dimensión de un fenómeno
- Se busca la causalidad de un fenómeno
- Se desea corroborar una tendencia

Cabe recordar que autores como Ladrón de Guevara (1981) defienden la presencia de hipótesis incluso en estudios descriptivos, mientras otros muestran desacuerdo con su inclusión en tales casos.

Para Hernández-Sampieri *et al.* (1998), la calidad de las hipótesis está relacionada directamente con el grado de profundidad con que se haya revisado la literatura. Nos recuerda también que pueden tener una función descriptiva o explicativa y que mientras algunas investigaciones contienen gran variedad de hipótesis otras contienen una o dos, sin que la calidad de la investigación esté asociada al número de ellas.

Ahora bien, la forma precisa en que se formule o escriba una hipótesis y de allí un objetivo, incide de manera contundente en cómo deberá abordarse la metodología (Salkind, 1997). Este punto es esencial porque el objetivo define el modo en que deberán tomarse los datos y, a su vez, condiciona lo que se hará con ellos, por ejemplo, una descripción, una correlación, un análisis de varianza u otro.

Ideas, preguntas, hipótesis y objetivos, constituyen la vía principal de delimitación de la investigación y, a la vez, le dan el norte definitivo a la misma.

No debe confundirse una hipótesis de investigación con una hipótesis estadística, si bien puede haber gran correspondencia entre ellas. En la primera se plantea la proposición bajo estudio, mientras que, en las segundas, se plantean dos hipótesis: una nula -Ho- que generalmente se refiere a que el resultado de una prueba estadística no es significativa y, una alterna -Ha-, que denota que sí lo es, lo que indica que supera un resultado del 90, 95 ó 99% de las probabilidades de azar.

Algunos de los verbos que regularmente se emplean en los objetivos de una investigación y sus definiciones se presentan a continuación:

Verbos y Definiciones Real Academia Española, www.rae.es
<ul style="list-style-type: none">• Analizar: de Análisis: distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos. Método estadístico usado para cuantificar la importancia de cada uno de los factores actuantes en un fenómeno.• Caracterizar: determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás.

- **Comparar:** fijar la atención en dos o más objetos para descubrir sus relaciones o estimar sus diferencias o semejanzas.
- **Comprender:** entender, alcanzar, penetrar.
- **Comprobar:** verificar, confirmar la veracidad o exactitud de algo.
- **Confirmar:** corroborar la verdad, certeza o el grado de probabilidad de algo.
- **Conocer:** averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas. Entender, advertir, saber, echar de ver.
- **Deducir:** sacar consecuencias de un principio, proposición o supuesto.
- **Definir:** fijar con claridad, exactitud y precisión la significación de una palabra o la naturaleza de una persona o cosa. Decidir, determinar, resolver algo dudoso.
- **Delimitar:** determinar o fijar con precisión los límites de algo.
- **Demostrar:** mostrar, hacer ver que una verdad particular está comprendida en otra universal, de la que se tiene entera certeza.
- **Describir:** representar a alguien o algo por medio del lenguaje, refiriendo o explicando sus distintas partes, cualidades o circunstancias.
- **Determinar:** señalar, fijar algo para algún efecto.
- **Diseñar:** hacer un diseño.
- **Especificar:** explicar, declarar con individualidad algo. Fijar o determinar de modo preciso.
- **Establecer:** dejar demostrado y firme un principio, una teoría, una idea, etc.
- **Estimar:** apreciar, poner precio, evaluar algo.
- **Estudiar:** ejercitar el entendimiento para alcanzar o comprender algo.
- **Evaluar:** estimar, apreciar, calcular el valor de algo. Estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos.
- **Explicar:** llegar a comprender la razón de algo, darse cuenta de ello. Dar a conocer la causa o motivo de algo.
- **Fabricar:** producir objetos en serie, generalmente por medios mecánicos. Hacer, disponer o inventar algo no material.
- **Identificar:** dicho de dos o más cosas que pueden parecer o considerarse diferentes: Ser una misma realidad.
- **Inferir:** sacar una consecuencia o deducir algo de otra cosa.
- **Interpretar:** explicar acciones, dichos o sucesos que pueden ser entendidos de diferentes modos. Concebir, ordenar o expresar de un modo personal la realidad.
- **Investigar:** realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia.
- **Mapear:** trasladar a un mapa sistemas o estructuras conceptuales. Hacer mapas.
- **Medir:** comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera.
- **Modelar:** configurar o conformar algo no material. Ajustarse a un modelo.
- **Observar:** examinar atentamente. Mirar con atención y recato, atisbar.
- **Presentar:** hacer manifestación de algo, ponerlo en la presencia de alguien.
- **Producir:** engendrar, procrear, criar. Se usa hablando más propiamente de las obras de la naturaleza, y, por extensión, de las del entendimiento.
- **Proyectar:** idear, trazar o proponer el plan y los medios para la ejecución de algo.

- **Reconocer:** examinar con cuidado algo o a alguien para enterarse de su identidad, naturaleza y circunstancias.
- **Redefinir:** volver a definir algo cuyas características o circunstancia han cambiado.
- **Relacionar:** establecer relación entre personas, cosas, ideas o hechos.
- **Simular:** representar algo, fingiendo o imitando lo que no es.
- **Tipificar:** dicho de una persona o de una cosa. Representar el tipo de la especie o clase a que pertenece.
- **Verificar:** comprobar o examinar la verdad de algo.

5.2 Lluvia de Ideas

Las preguntas de investigación pueden surgir espontáneamente antes o durante la revisión bibliográfica a partir de dudas, vacíos, contradicciones o tendencias encontradas en la literatura. Hernández-Sampieri *et al.* (1998) señalan que las ideas pueden surgir también de las experiencias individuales, los materiales escritos, descubrimientos de otras investigaciones, conversaciones, observaciones de hechos, creencias e incluso presentimientos. Estos autores añaden, que la mayoría de las ideas iniciales son vagas y deben trabajarse hacia planteamientos más estructurados lo cual se logra, con mayor facilidad, en cuanto mejor se conoce el tema.

En caso de que el estudiante exprese dificultades para plantear preguntas de investigación, puede acudir a formular una lluvia de ideas propias, que podría enriquecer con compañeros, profesores o tutores. También podría valerse de las recomendaciones para futuras investigaciones que plantean estudios ya publicados. Salkind (1997) recomienda mesura en el proceso de formulación de hipótesis, ya que con frecuencia el entusiasmo de los estudiantes se traslada a una sobrevaloración de sus ideas que termina por nublar su juicio. Añade que otros estudiantes más, suelen abarcar más de lo que pueden apretar o terminan haciendo algo ya hecho.

El siguiente ejemplo ilustra el proceso de formulación de una lluvia de ideas, partiendo del supuesto de que el tema de estudio es la *pesca artesanal en Isla Fuerte*. A partir de esta temática se pueden formular numerosas ideas, algunas de ellas relativas a los peces, otras a la pesca y otras más a la comunidad de pescadores:

- Lluvia de Ideas para la Temática: Pesca Artesanal en Isla Fuerte**
- Caracterizar la estructura de las comunidades explotadas
 - Comparar las capturas por tipo de arte
 - Determinar las especies de mayor importancia económica
 - Estimar la biomasa de captura por mes
 - Tipificar las especies capturadas
 - Caracterizar las artes y embarcaciones de pesca
 - Definir la relación entre especies y artes de pesca
 - Definir las zonas de pesca

Lluvia de Ideas para la Temática: Pesca Artesanal en Isla Fuerte
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la relación entre especies y ecosistemas • Mapear las zonas de pesca • Caracterizar la población pesquera involucrada en esta actividad • Conocer los canales de comercialización del producto • Estimar la población que vive de esta actividad en forma directa e indirecta • Evaluar los ingresos familiares promedios por esta actividad • Proyectar tendencias en la explotación del recurso • Verificar si se capturan especies prohibidas o con tallas no permitidas • Analizar la percepción de los pescadores hacia las legislaciones de pesca • Determinar si la pesca es una actividad que se trasmite de padres a hijos • Etcétera

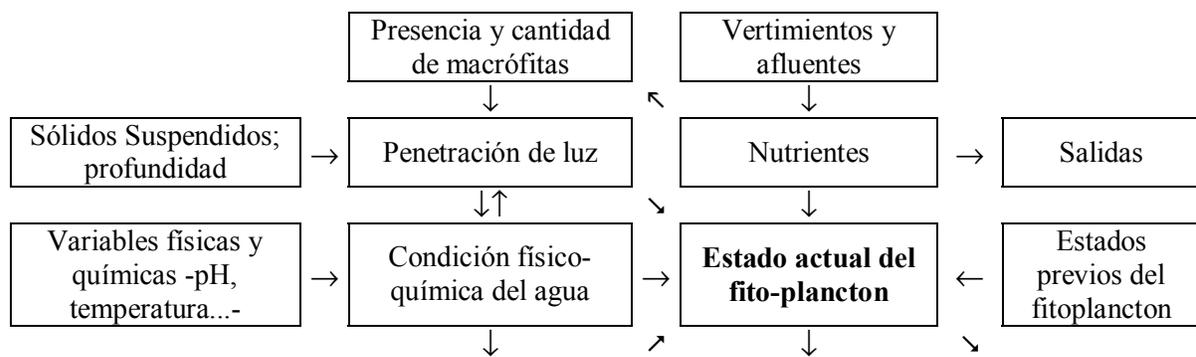
Hay que tener en cuenta que por tratarse de ideas sueltas aún no analizadas en profundidad, algunas pueden resultar prácticas, objetivas y viables, pero otras irrealizables, fantasiosas o poco importantes. El paso siguiente es, entonces, filtrar o tamizar las mismas respecto a su pertinencia y viabilidad, tema que se trata posteriormente.

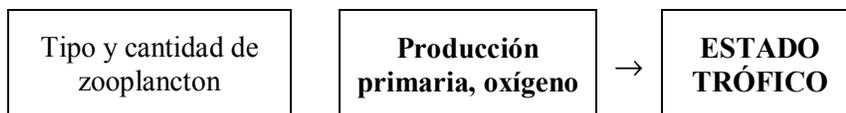
5.3 Diagrama de Modelación de la Variable Objeto del Estudio

Para la formulación de las hipótesis y los objetivos, también es de gran ayuda la diagramación de un modelo teórico que dé razón de las más importantes variables de incidencia del fenómeno que se estudia. Tal modelo permitirá reconocer las variables de mayor importancia y las relaciones existentes entre ellas. Veamos el siguiente ejemplo:

Tema: Estado trófico superficial de un lago

La revisión bibliográfica realizada, debe llevarnos a un diagrama próximo al siguiente:





En negrita se señalan las variables más pertinentes a medir en el estudio.
 En mayúscula se presenta la variable objetivo.

A partir del esquema anterior vamos en primer lugar a separar las variables que tienen incidencia directa e indirecta sobre el fitoplancton y, en segundo lugar, vamos a cualificar la viabilidad -métodos, costos, equipos, tiempo- de las mediciones de cada componente, lo cual pone de manifiesto que el investigador ya tiene idea de cómo se estudia cada una de ellas:

Variable	Incidencia		Dificultad	
	Directa	Indirecta	Fácil	Difícil
Presencia y cantidad de macrófitas		X		Equivale a realizar un segundo estudio
Sólidos Suspendidos profundidad		X	Pertinente para los sólidos suspendidos, no así para la profundidad por tratarse de fitoplancton superficial	
Vertimientos y Afluentes		X		Complejo, costoso, sería como realizar un segundo estudio
Estados previos del fitoplancton	X			No podemos medir en tiempo pasado. Opción buscar información secundaria
Luz	X		Fácil	
Nutrientes	X		Fácil	
Variables físicas y químicas -pH, temperatura...-	X		Fácil	
Estado actual del fitoplancton	X		Es fácil y nos conecta directamente con el estado trófico	
Salida de nutrientes				Equivale a realizar un segundo estudio
Tipo y cantidad de zooplancton		X		Equivale a realizar un segundo estudio
Producción primaria; oxígeno	X		Es fácil y nos conecta directamente con el estado trófico	

El cuadro previo nos identifica la importancia, la pertinencia y la dificultad para evaluar cada una de las variables que inciden en nuestro problema de investigación. De allí tendríamos que

seleccionar como más importantes, el estado actual del fitoplancton y la producción primaria, ya que ellas son las que permiten inferir el estado trófico del ecosistema y, además, se trata de variables sencillas y no costosas de medir. Este procedimiento ayuda, así mismo, a desechar otras variables como las macrófitas, el zooplancton y los registros de vertimientos o afluentes, por su incidencia indirecta y su dificultad para estudiarlas.

Con base en el procedimiento anterior, algunos objetivos específicos podrían ser los siguientes:

- Determinar la densidad y composición del fitoplancton superficial en diferentes lugares del lago
- Determinar la producción primaria en diferentes lugares del lago

Dado el carácter exploratorio de este estudio, para muchos investigadores no habría hipótesis, pero siguiendo a Ladrón de Guevara (1981), alguna pregunta suscitó tal investigación y es ésta la que posibilita la formulación de aquélla. En tal caso, las hipótesis próximas son:

H₁: El lago está eutroficado

H₂: La baja transparencia de las aguas denota alto desarrollo del fitoplancton

Hay que recalcar que un pequeño cambio en la forma de *apreciar* el problema, puede conducir a modificaciones sustanciales en los objetivos y en las variables que se habrán de estudiar.

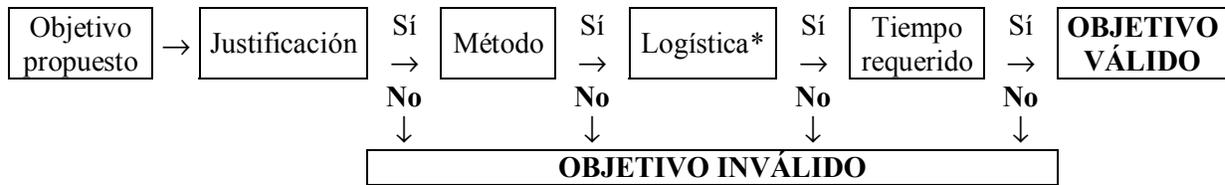
A lo largo de este ejemplo y en forma implícita, han quedado plasmados algunos requisitos para establecer las hipótesis (Arias Galicia en Muñoz-Razo, 1998):

- Identificar y definir claramente las variables por estudiar
- Identificar las relaciones existentes entre las variables
- Dar consistencia a la comprobación de las hipótesis y las variables a evaluar
- Utilizar pocos supuestos en la corroboración de las hipótesis

5.4 Pertinencia y Viabilidad

Algunas de las variables que se quieren estudiar pueden resultar muy costosas, otras más, pueden requerir de equipos especiales que no poseemos y debemos comprarlos, alquilarlos, importarlos, etc. y, por tanto, estas limitaciones deben también ser sopesadas.

Por las vías previamente planteadas, es posible obtener un listado de objetivos tentativos que requieren de su inmediata confrontación frente a factores como justificación, equipos, materiales, personal, logística, costos y tiempo requerido. A este tamiz sobrevive un número menor de propósitos que constituirán los objetivos específicos de la investigación.



* Incluye equipos, personal, desplazamientos, pernoctaciones, presupuesto

Otro aspecto importante a contemplar durante la formulación de los objetivos, es el atinente al marco legal, ya que nuestro estudio puede estar sentado sobre un área donde debemos solicitar permisos, crear convenios institucionales, u otros, lo cual puede tardar meses, años o sencillamente pueden eliminar la posibilidad de realización de tal investigación.

El esclarecimiento y la validación de los objetivos específicos nos sitúa frente a la precisión de las variables que vamos a medir y los procedimientos más adecuados para ello; por esta razón, los *objetivos* no son ajenos a la *metodología* sino que viajan en paralelo, junto con la justificación, la logística y el tiempo.

Es importante también que el investigador sopesa sus propias capacidades frente al estudio que se propone, valorando sus habilidades para trabajar en el laboratorio, en campo, en el manejo matemático-estadístico, en computadores, u otros, ya que el diseño del estudio a partir de sus propias fortalezas, posibilitará mayormente el éxito de la investigación.

5.5 Relación con el Marco de Referencia

Hay que recordar que los marcos teórico y conceptual están asociados a los objetivos de la investigación por lo que es más conveniente escribirlos una vez formulados éstos e igual ocurre con los marcos demográfico y geográfico. No obstante, los marcos también pueden escribirse antes de los objetivos, dependiendo del punto de entrada que haya tenido la investigación. Situación similar puede ocurrir con los marcos legal e institucional.

5.6 Dificultades en la Definición de Hipótesis u Objetivos

Las dificultades que experimenta el estudiante o el investigador en la precisión de las hipótesis y los objetivos del proyecto se resumen en los siguientes puntos:

- Falta de revisión bibliográfica
- Falta de aptitud para la utilización del marco teórico o de antecedentes
- Falta de conocimiento respecto a las relaciones entre las variables -causación, dependencia, concatenación, etc.-

- Falta de conocimientos alrededor de los procesos metodológicos -campo, laboratorio, análisis estadísticos-
- Dificultad para operacionalizar variables
- Falta delimitar el tema
- Desconocimiento de procedimientos que le ayuden a formular hipótesis
- Poca dedicación al proyecto
- Baja aptitud del individuo

5.7 Operacionalización de las Variables

Tamayo-Tamayo (2000) denominan *variable* a un aspecto o dimensión de un fenómeno que tiene como característica, la capacidad de asumir distintos valores, ya sea cuantitativa o cualitativamente. Las variables se utilizan para designar cualquier característica o cualidad de la unidad de análisis y son los elementos principales de los objetivos y las hipótesis (Lerma, 1982).

Ladrón de Guevara (1981) y Lerma (1982), nos refieren la importancia de esta operacionalización que consiste en definir las variables a medir y la forma en que vamos a hacerlo, como también, las unidades y los indicadores de interpretación que le vamos a dar: cantidad o cualidad del atributo, unidad y forma de medida, o expresión matemática. Durante este proceso las variables se transforman de un nivel abstracto a un nivel empírico, observable y medible. Para tal proceso se elaboran definiciones de los conceptos o *marco conceptual*, en términos de posibilitar la medición y observación de los mismos.

La operacionalización de variables suele ser muy simple en tanto nos refiramos a variables físicas, químicas, biológicas o económicas y, están asociadas por lo regular, a un carácter cuantitativo como, por ejemplo, concentración de una sustancia, densidad de una especie, edad de un elemento, peso de un individuo, etc. En el contexto social, contrariamente, muchas variables son de carácter cualitativo y sólo pueden estudiarse a través de la identificación de categorías a las cuales pertenecen por lo que, generalmente, estamos avocados a elaborar instrumentos que nos permitan inferir de forma indirecta tales variables mediante referentes empíricos de las mismas. Como ejemplo están, la inteligencia, la permisividad, el afecto, el desarrollo emocional, u otros.

Kerlinger (1983) nos aclara que la medición no se hace sobre objetos ni aun sobre sus propiedades, sino sobre indicadores de las propiedades. A su vez, Ladrón de Guevara (1981) señala que todas las medidas que hacemos son en realidad indirectas: la temperatura por medio de un termómetro -dilatación del mercurio al interior de un tubo con una escala graduada- o la inteligencia por medio de un test -análisis o comportamientos que se supone reflejan la inteligencia-. En razón de ello, defiende las mediciones indirectas que con frecuencia se realizan en el marco de las ciencias sociales. Este autor divide las cualidades de los objetos como extensivas o que se expresan en magnitud -Ej: peso y longitud-, e intensivas cuando se expresan en grados -Ej: inteligencia o autoridad-; en el primer caso, podemos obtener

relaciones entre los resultados -Ej: es tres veces más largo-, pero en el segundo no, ya que obedecen a un patrón de escala artificial.

Existen diferentes formas de clasificar o categorizar las variables y algunas de ellas son:

1. *Continuas*: cuando pueden representarse en una métrica ininterrumpida. Ej: edad, peso o temperatura. Cabe notar que si bien las variables pueden ser continuas, los instrumentos de medición tienen un límite de precisión que las convierte en merísticas.
2. *Merísticas*: se trata de variables cuantitativas que no son estrictamente continuas. Ej: número de individuos: 1, 2, ..., -pero no 1,16578.. individuos-. El cálculo de promedios y porcentajes o el cambio de unidades puede, sin embargo, producir aproximaciones continuas de estas variables.
3. *Discretas*: establecen categorías en términos no cuantitativos. Ejemplo: macho, hembra; rojo-negro-blanco.
4. *Individuales*: presentan características o propiedades de un elemento particular.
5. *Colectivas*: presentan las características o propiedades que distinguen a un grupo determinado.
6. *Antecedentes*: son las que preceden la manifestación de una segunda variable.
7. *Independientes*: las que se presentan como causa y condición de otras variables llamadas *dependientes*. Los cambios en valores de las primeras modifican los valores de las segundas.
8. *Intervinientes o alternas*: su manifestación incide en la expresión de la variable dependiente, aunque no están sometidas a investigación.
9. *Extrañas o ruidosas*: son variables que no están relacionadas con el propósito del estudio, pero pueden presentar efectos sobre las variables dependientes.

6. JUSTIFICACIÓN

Hemos visto en párrafos previos que la validación de los objetivos se da a partir del *por qué*, el *para qué*, o *qué importancia* tiene el estudio. Las investigaciones generalmente no obedecen tan sólo a un capricho de una persona y, por tanto, debe haber una razón lo suficientemente fuerte que justifique su realización. Debe describirse entonces, por qué es conveniente la investigación y cuáles son los beneficios que se podrían derivar de ella.

Hernández-Sampieri *et al.* (1998 con base en Ackoff y Miller) resumen algunos criterios a tener en cuenta a la hora de elegir el tema:

- Conveniencia
- Relevancia social
- Implicaciones prácticas
- Valor teórico
- Utilidad metodológica

Podemos complementar la lista anterior con Tamayo-Tamayo (2000):

- Interés del investigador
- Necesidades concretas del medio, de la realidad nacional y/o interrogantes de la ciencia
- Nuevo enfoque del tema

y con Lerma (1982):

- Los resultados serán utilizados por otros investigadores o ayudarán en la toma de decisiones

Los autores anteriores expresan algunas de las razones más importantes para el desarrollo de una investigación, las cuales son válidas tanto para proyectos que se formulan buscando una financiación externa -a un individuo o a una institución- o no.

A pesar de los argumentos expuestos que soportan la razón de ser de una investigación, cabría contemplar uno más, el cual es propio de los trabajos de grado donde el estudiante es quien costea toda la investigación y los gastos académicos; se trata de los intereses personales del alumno. Es decir, que son legítimos los argumentos siguientes: deseo o gusto personal, posicionamiento profesional posterior, disponibilidad logística o posibilidades laborales futuras, entre otros.

7. METODOLOGÍA

En este aparte de la propuesta, el alumno debe plantear las técnicas y los instrumentos que utilizará en la investigación, tanto en el campo, en el laboratorio y en el análisis de la información. Ésta es quizá, la parte más importante de toda la propuesta, ya que obliga al alumno a establecer el enlace entre lo que quiere lograr y el cómo lograrlo. Es fundamental, entonces, que en la investigación se integren, amaren y relacionen los siguientes tres constructos:



ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

TOMA DE DATOS

Con frecuencia los estudiantes se fían de los programas de computador que permiten procesar información cuantitativa o que realizan análisis estadísticos y, por ello, no reparan con el suficiente juicio en los procedimientos de análisis. Por tal razón, en forma recurrente se encuentran con gran cantidad de datos sin saber que hacer con ellos, o peor aún, corriendo múltiples opciones en tales programas sin tener remota idea de lo que hacen. Por tanto, ni el computador ni el *software*, garantizan una buena investigación, como tampoco la garantizan otros instrumentos como el microscopio o las encuestas. Es común también encontrar que formulan un objetivo pero no capturan los datos de forma correcta para dar cumplimiento al mismo. Por lo anterior, es fundamental exigir a los investigadores, antes de iniciar su estudio, total claridad y transparencia en su proceso metodológico, incluidos los análisis estadísticos.

De hecho, en el análisis de información se puede incurrir en múltiples errores como cálculos mal realizados, uso inadecuado de la estadística, mala interpretación de resultados, elección inapropiada de la prueba o inferencias no válidas de muestra a población.

Buendía-Eisman *et al.* (1999) puntualizan que la metodología debe ser lo suficientemente clara y explícita para que otro investigador pueda replicar tal estudio. Así mismo, debe dar cuenta de cuál es la población y describirla, el tipo de muestreo que se habrá de implementar, el tamaño de la muestra, su nivel de confianza y el error de muestreo. Además, se debe especificar si los instrumentos y métodos que se emplearán han sido validados por otros autores o si se están diseñando y construyendo para dar cuenta de esta investigación particular.

Lo dicho nos alerta sobre la naturaleza y la cantidad de las variables que habremos de estudiar, su nivel de profundidad, las técnicas, los instrumentos y los análisis cualitativos o cuantitativos a implementar. El *diseño metodológico* constituye la mejor estrategia a seguir para dar solución a los objetivos planteados y comprende la definición y secuenciación de un conjunto de actividades particulares (Tamayo-Tamayo, 2000).

Se sugiere, en la medida de lo posible, realizar una visita previa al lugar de estudio para reconocer los elementos más importantes del sistema, así como para coordinar aspectos logísticos. Además, el investigador deberá tener gran familiaridad con las técnicas y los instrumentos de muestreo. Se recomienda ampliamente no iniciar la investigación –la toma de datos- hasta que no se hayan resuelto todas y cada una de las inquietudes expuestas a continuación:

- ¿Qué variables abióticas se van a medir o a estimar?
- ¿Qué variables bióticas se van a medir o a estimar?

- ¿Qué variables antrópicas se van a medir o a estimar?
- ¿Cómo se operacionalizarán las variables anteriores?
- ¿Cómo se va a tomar la información de campo?
- ¿Con qué instrumentos se van a medir las diferentes variables?
- ¿Cuáles son los procedimientos de laboratorio?
- ¿El estudio es de carácter espacial, temporal o espacio-temporal?
- ¿Cuál es la muestra y cuál es la población?
- ¿Se va a realizar un censo o un muestreo?
- ¿Cómo evaluar la representatividad de la muestra?
- ¿Es un estudio de caso o se pretende inferir a una población mayor?
- ¿Cuál es la unidad de muestreo?
- ¿Es necesario tomar réplicas?
- ¿Cuántas réplicas se van a tomar para cada tipo de muestra?
- ¿Cuántas estaciones se van a tomar y dónde se van a ubicar?
- ¿La ubicación de estaciones o muestras obedece a un diseño estratificado, sistemático, aleatorio u otro?
- ¿Es un estudio experimental, cuasiexperimental, preexperimental o no experimental?
- ¿Qué análisis estadísticos o numéricos se van a realizar con los datos?
- ¿Responden los datos a los objetivos planteados?
- ¿Qué cambios metodológicos se deben contemplar entre unos y otros objetivos?
- ¿Qué tipo de transformaciones se deben realizar sobre los datos crudos?

Para el diseño metodológico incluidos períodos, estaciones, muestras, instrumentos o análisis de información, el investigador cuenta con los antecedentes del tema que, aunque no lo obligan a emular fielmente los mismos, sí le dan amplias luces como punto de partida.

Vale recordar que desde la estadística la población es el conjunto de todos los elementos que se quiere estudiar, mientras que la muestra son los elementos que efectivamente se estudian; a partir de esta última se hacen inferencias sobre la población cuando la muestra es representativa. Cuando se evalúa toda la población corresponde a un *censo* y los parámetros poblacionales quedan *determinados*. Cuando, por el contrario, se hace un levantamiento parcial de la información o se estudia una porción representativa que refleja las características de la población, se trata de una *muestra* y los parámetros poblacionales son *estimados*.

En este punto es de gran importancia señalar, que la muestra es representativa de la población en tanto se verifique que tal afirmación es cierta. Por ende, la validez de la generalización depende de la representatividad de la muestra y los estudios que no evalúen la misma, se constituyen en *casos de estudio* que no deben pretender inferencias por fuera de los individuos evaluados. Ello no significa que tales estudios sean inválidos, sino que los resultados competen solamente al grupo estudiado. En muchas situaciones más que una generalidad, el propósito de una investigación puede recaer en el estudio de elementos con características específicas y, de hecho, el conocimiento se ha construido a partir de pequeñas investigaciones que al replicarse en múltiples sistemas, han permitido generar bases y cimientos sólidos para la ciencia.

Es importante que el investigador incorpore en su proyecto el tipo de tablas, encuestas o entrevistas que habrá de utilizar en su toma de información, así como los estadísticos que aplicará en cada caso.

8. TÍTULO

La elaboración del título solamente es posible cuando ya se han definido las principales características del proyecto, en lo que respecta a hipótesis-objetivos, metodología y marcos geográfico y demográfico.

El título debe escribirse en forma declarativa (Tamayo-Tamayo, 2000), a su vez, debe ser atractivo, lo más explícito posible y sin adornos literarios ni nombres fastuosos. Debe referirse solamente al tema principal evitando iniciar con artículos y preposiciones. Se debe tratar de iniciar la primera frase o palabra por el tema central (Muñoz-Razo, 1998). Además, no debe incluir abreviaturas, no debe expresar un tema más amplio al de la investigación y debe tener una correcta sintaxis (Lerma, 1982).

El título de un proyecto debe ser ante todo, corto y claro, por tanto, debe evitar contener información irrelevante a la vez que refleja *qué se va a hacer, dónde* y, si es pertinente, *cuándo o con quién*. El título semeja en gran medida al objetivo general de la investigación, aunque no sigue la norma de iniciar con un verbo en infinitivo sino con un sustantivo derivado de aquél:

- Determinación de ... -determinar-
- Uso de ... -usar-
- Análisis de ... -analizar-, etc.

Algunos otros ejemplos que no necesariamente siguen la regla anterior son los siguientes:

- | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| - Efecto de ... | - Estructura de ... | - Tasas de ... | - Plan de ... |
| - Incidencia de ... | - Crecimiento de ... | - Tendencias de ... | - Propuesta de ... |
| - Factores que ... | - Monitoreo de ... | - Indicadores de ... | - Diagnóstico ... |
| - Cambios de ... | - Distribución de ... | - Alternativas de ... | |

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que:

- Cuando se menciona un lugar hay que contextualizar el mismo en una región mayor y conocida: Ejemplo, ... de la Isla San Andrés -Mar Caribe-; de la vereda Bijagual -Santander, Colombia-
- Se deben evitar títulos como *Estudio de ...* ya que el verbo o el sustantivo que denota la acción o el objeto de la investigación muy seguramente no es ese

Con frecuencia el título del proyecto se modifica entre el proyecto de investigación y la investigación, dado que sobre ésta se revalúan hipótesis, objetivos o metodologías que modifican el propósito original. Un marco de referencia pobre, un método poco estudiado o el desconocimiento de la localidad o la población objeto, pueden llevar a modificaciones importantes en el estudio y, con ello, en el título del mismo. Contrariamente, cuando la investigación ha sido juiciosamente concebida, no es común que existan cambios relevantes sobre el desarrollo de la misma, ni sobre sus objetivos, metodología o título.

Por lo anterior, el título del estudio se asigna después de haber estructurado plenamente los objetivos específicos y la metodología -proyecto- y se revalida una vez concluida la investigación -estudio-.

Para la elaboración del título conviene iniciar identificando y escribiendo algunas de las palabras *claves* que se considera describen más el tema de estudio; luego, éstas se precisan y se jerarquizan, eligiéndose las más relevantes y se omiten las restantes; finalmente, se redacta adecuadamente con las palabras elegidas. Una vez se define el título tentativo, se debe tratar de reducir su extensión sin perder información relevante. En lo posible, el título debe ser una proposición que no supere 25 palabras.

El siguiente ejemplo permite apreciar e ilustrar este proceso, para el ejemplo expuesto en el numeral 5.3 relativo a la eutroficación de un lago:

Se va a realizar una caracterización de la comunidad de fitoplancton superficial en el Lago de Tota, determinando las densidades por especies en un conjunto de estaciones que sigue un diseño sistemático o de enrejado horizontal. Adicionalmente, con el propósito de establecer cuáles variables físicas o químicas moldean la estructura del fitoplancton se determinarán las variables referidas por la literatura como las de mayor incidencia en la comunidad: luz, sólidos suspendidos, concentración de nutrientes, pH, entre otras. Por limitaciones económicas y de tiempo, el estudio se llevará a cabo durante una única época eligiéndose verano de 2004. Para la interpretación de la información se emplearán análisis estadísticos de diversidad, clasificación, ordenación y regresión.

En el texto anterior se han resumido o simplificado los objetivos y la metodología, y como palabras claves de esta investigación se han elegido las siguientes:

Ecología – Lago de Tota – aguas epicontinentales - variables ambientales - fitoplancton superficial – estructura de comunidades - relación de la comunidad con variables ambientales - temporada de sequía – 2004 - análisis multivariados – diversidad

El siguiente paso consiste en priorizar las anteriores teniendo en cuenta la siguiente premisa: *¿qué voy a hacer, con quién, en dónde y cuándo?*. De acuerdo con ella, las palabras más relevantes son:

estructura de comunidades - fitoplancton superficial – Lago de Tota - temporada de sequía

El título tentativo es entonces:

Estructura de las comunidades de fitoplancton superficial en el Lago de Tota durante la temporada de sequía

Esta primera aproximación que de por sí es bastante buena, puede requerir, por deseo del investigador, algunas modificaciones que a su juicio precisen mejor el estudio. En aras de hacerlo más corto podría eliminarse el término *comunidades* sin que ello acarree pérdida de precisión, además, si el investigador considera que la expresión *superficial* no es necesaria y que tal circunstancia se esclarece en los objetivos, podría modificarse el título a:

Estructura del fitoplancton en el Lago de Tota durante la temporada de sequía

Dado que el Lago de Tota es conocido por los vecinos del mismo pero no por habitantes de otras localidades, departamentos o naciones, conviene referir su ubicación en un contexto más amplio:

Estructura del fitoplancton en el Lago de Tota -Boyacá, Colombia- durante la temporada de sequía

Una última consideración que podría ser de importancia para el investigador, se refiere a que el estudio establece la relación entre las variables fisicoquímicas y el fitoplancton, por lo que el título podría reflejar tal condición:

Estructura del fitoplancton en el Lago de Tota -Boyacá, Colombia- durante la temporada de sequía y su relación con variables ambientales

El título anterior cumple plenamente con el hecho de ser concreto y de referir en forma exacta el estudio que se va a realizar. Sin embargo, el mismo puede modificarse en otros aspectos, acorde con la prioridad que diferentes investigadores den a su estudio.

9. ELABORACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia inscribe el estudio dentro del conjunto de conocimientos, variables, conceptos, hipótesis y teorías desarrolladas por otros investigadores (Lerma, 1982).

Este párrafo suele ser trabajado con diferentes nombres como marco de referencia, marco teórico o marco conceptual. En este documento se ha elegido *marco de referencia* el cual es más universal e involucra los siguientes ítem:

- Marco de antecedentes
- Marco teórico
- Marco conceptual
- Marco demográfico
- Marco geográfico
- Marco institucional
- Marco legal

9.1 Marco de Antecedentes

Cuando se realiza la revisión bibliográfica de un tema, ante todo el investigador recopila información sobre investigaciones previas que ya han abordado dicho tópico desde múltiples y diversas perspectivas. Es decir, reconstruye los antecedentes históricos con el nombre de los investigadores, los enfoques que han dado, las hipótesis que han planteado, sus resultados, métodos y técnicas utilizadas, a la vez que permite reconocer problemas que se han suscitado en el desarrollo de las mismas. La revisión bibliográfica, a su vez, arroja información sobre las poblaciones y las condiciones geográficas, el tipo de variables medidas y las relaciones empíricas supuestas o demostradas. Este marco de referencia al cual llamamos antecedentes, nos sitúa a la vanguardia del conocimiento en el tema de estudio.

Cabe destacar que no toda la información consultada hará parte de nuestro estudio, por lo que debemos seleccionar aquella que resulte pertinente. Antecedente que no haya sido debidamente conectado con nuestra investigación, debe ser excluido.

Para Tamayo-Tamayo (2000) el marco de antecedentes debe incluir información relativa a:

- Autores que trataron el tema
- Investigaciones en torno al tema
- Épocas y enfoques dados al problema
- Abundancia o escasez de la literatura en relación con el problema de investigación

Añade este autor, que los antecedentes constituyen los hechos anteriores que sirven para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado y no se trata de un recuento histórico, ni de presentar fuentes bibliográficas posibles o volúmenes de datos recolectados. Se trata de hacer una síntesis de las investigaciones o trabajos realizados sobre el tema de estudio, con el fin de determinar el enfoque metodológico. Los antecedentes pueden incluir, además, conclusiones develadas en torno al problema planteado.

Lo que pretenden los antecedentes de un estudio es que el investigador exprese qué tanto sabe y entiende del tema, a fin de que demuestre si cuenta con los elementos de juicio necesarios para la realización de la investigación propuesta (Muñoz-Razo, 1998).

Para la escritura de los antecedentes se sugiere iniciar con el tema general, e ir, poco a poco, procurando más especificidad sobre el tema de estudio. Es posible que la temática deba ser dividida en párrafos si las temáticas que se incluyen son muy diferentes. A manera de ejemplo, un estudio sobre nutrición de niños en un barrio de estrato bajo, podría contemplar los siguientes antecedentes:

- Desarrollo evolutivo de los niños
- Requerimientos alimenticios a diferentes edades
- Problemas conexos con la malnutrición
- Estudios o cifras sobre malnutrición mundial
- Estudios o cifras sobre malnutrición nacional, regional y local

9.2 Marco Teórico

El marco teórico constituye una descripción detallada de los elementos esenciales de la (s) teoría (s) (Lerma, 1982). Tal como se vio en capítulos previos, cada ciencia formula sus propias teorías de acuerdo con el avance que demuestre en ellas. Las mismas varían en generalidad y si bien algunas son universales, otras son individuales. Las teorías universales que cobijan a la ciencia de estudio, no son tan necesarias de plasmar, mientras que aquellas más restringidas, conflictivas y pertinentes al tema de estudio sí deben presentarse.

A medida que se avanza en la revisión bibliográfica, el investigador va conociendo dichas teorías y debe ir profundizando en ellas, es decir, debe dirigir parte de la revisión bibliográfica a consultar material que presente o analice las mismas. Hernández-Sampieri *et al.*, (1998) anotan que la literatura revisada puede revelar que hay *teorías completamente desarrolladas* y con abundante evidencia empírica; hay *"piezas y trozos" de teorías con apoyo empírico moderado*; o hay *solamente* ideas vagas sobre el tema. Si la teoría está muy consolidada, debemos darle un nuevo enfoque a nuestro estudio planteando interrogantes que no se han podido resolver, o podemos contribuir con base empírica en aquellas teorías que parecen sólidas pero que carecen de suficientes investigaciones de campo, o que requieren de su comprobación en otras condiciones. Si se toman partes de diferentes teorías, hay que tener precaución de no generar contradicciones lógicas entre ellas.

En muchas áreas del conocimiento hoy nos encontramos con generalizaciones empíricas más que con teorías, por lo que se debe construir una *perspectiva teórica* que incluya información relativa a los resultados y a las conclusiones a los que han llegado otros estudios anteriores (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998).

Para Muñoz-Razo (1998) el marco teórico establece la frontera o el límite hasta dónde llegará la investigación. Este marco integra la teoría existente con nuestra investigación, dándole soporte a esta última. Sus funciones son (Tamayo-Tamayo, 2000):

- Delimitar el área de la investigación

- Sugerir guías de investigación
- Compendiar conocimientos del tema a investigar
- Expresar proposiciones teóricas generales y postulados que van a servir como base para formular hipótesis, operacionalizar variables y esbozar técnicas y procedimientos

El marco teórico debe incluir información relativa a (Tamayo-Tamayo, 2000):

- Teorías básicas
- Solidez de las teorías que sustentan la investigación
- Claridad y coherencia de los principios postulados y supuestos sobre los cuales se apoya la investigación

Es importante, también, que el marco teórico destaque los investigadores o teóricos que han abordado este tema con mayor trascendencia.

9.3 Marco Conceptual

Este marco tiene como objetivo suministrar información sobre las principales definiciones con las cuales se abordará el estudio o problema de investigación; "...la función de la definición consiste en presentar los rasgos principales de la estructura de un concepto para hacerlo más preciso, delimitándolo de otros conceptos, a fin de hacer posible una exploración sistemática del objetivo que representa." (Arias-Galicia, en Tamayo-Tamayo, 2000).

El marco conceptual debe incluir información relativa a (Tamayo-Tamayo, 2000):

- Definición de términos básicos
- Definición de conceptos
- Definición de las variables

En él aparecen las definiciones de las variables y de los objetivos contemplados en el problema de investigación, así como de los términos que van a ser utilizados con mayor frecuencia o que pueden suscitar confusión. Tales definiciones las hace el investigador de acuerdo a su criterio, a las definiciones propuestas por otros investigadores o a la teoría en la que se apoya la investigación (Lerma, 1982).

Se recomienda, para la elaboración del mismo, hacer un listado de las palabras claves que enmarcan el estudio y consultar textos especializados para los términos básicos. Por tanto, es esencial en el desarrollo de cualquier investigación, que el investigador tenga una apropiación suficiente sobre el vocabulario científico de su área de conocimiento.

Los siguientes ejemplos ilustran claramente la utilidad del marco conceptual para la operacionalización de las variables:

- Ford (2000) nos enuncia que un investigador del área ambiental va a probar la siguiente hipótesis:

H₀: Las pilas de madera viejas que se acumulan en la margen de los ríos, son utilizadas por mamíferos pequeños para su resguardo

Una hipótesis como la anterior, requiere que el investigador precise los siguientes conceptos:

- ¿A partir de qué talla se considera un grupo de leños como pila?
 - ¿Cómo va a definir o diferenciar las pilas viejas de las nuevas?
 - ¿Hasta dónde va a considerar la margen de los ríos?
 - ¿A cuáles mamíferos en particular se refiere y cómo los va a registrar o a evaluar?
 - ¿Qué entiende como resguardo?
- *H₀: la creatividad en adolescentes de alta capacidad intelectual –CI- es mayor que en niños de CI promedio*

Esta hipótesis debe esclarecer en su marco conceptual los siguientes interrogantes:

- ¿Qué se entiende por creatividad y creatividad alta? –la metodología, además esclarecerá cómo se operacionalizará-
- ¿Qué se entiende como capacidad intelectual? –cómo se operacionalizará?-
- ¿Qué edades considera el término adolescentes? ¿Los adolescentes que se estudiarán pertenecen a qué país, ciudad o institución?
- ¿Qué se entiende como CI promedio y CI alto?

9.4 Marco Geográfico

La *zona geográfica* se define como la circunscripción específica del lugar, espacio físico o ámbito donde se realizará la investigación. Antes de iniciar el estudio, el investigador debe establecer y, en lo posible, visitar el espacio geográfico y físico en el que se desarrollará el estudio (Muñoz-Razo, 1998). De hecho, se recomienda ampliamente que el investigador realice una visita previa al área de estudio, por cuanto la misma habrá de incidir notablemente en los objetivos y en la metodología.

La demarcación de la zona geográfica suele presentar las coordenadas geográficas, un mapa o ambas (Lerma, 1982). Dependiendo de la disciplina de estudio, se incluirá un mapa con escalas entre 1:1'000.000 y 1:50.000 -o menos-, presentando, en cada caso, escala, coordenadas, norte y área de observación, más aspectos relevantes propios de cada estudio -vías, ríos, ciudades, barrios, cotas de nivel, hospitales, centros educativos, etc.-. Así mismo, en

caso de que el estudio requiera de fotografías aéreas se deben incluir referencias sobre sus años, códigos de vuelo y escalas.

En algunas ciencias quizá no tenga mucha importancia describir con mayor detalle este marco, por cuanto la investigación se lleva a cabo, por ejemplo, de modo experimental en un laboratorio. Con frecuencia este ítem se elabora con el nombre de *área de estudio*.

9.5 Marco Demográfico

Este marco contiene las características demográficas concernientes a la población que se va a estudiar (Lerma, 1982).

En ciencias humanas, describe las principales características sociales, económicas, de edad y de género. Las mismas, generalmente, son tomadas de información secundaria relativa a censos u otros estudios previos. En caso de que tal información no se encuentre descrita, es labor del investigador construirla e incluirla, naturalmente dentro de unos límites de costos y tiempo apropiados. Es decir, si el estudio se va a centrar en indagar sobre una condición social particular, el proyecto no debe describir tal condición como resultado de encuestas, estadísticas u otros procesos costosos y arduos, porque precisamente ese será el propósito de la investigación; no obstante, sí puede preanunciar la condición observada en la región, la localidad u otro.

Aspectos como si se trata de una población urbana o rural, con ciertos niveles de escolaridad, con tales o cuales tipos de empleo, con ingresos altos, medios o bajos, etc., aportarán la información requerida por este marco.

En caso de estudios sobre instituciones específicas, se denotarán los aspectos que se puedan derivar de charlas con personas que trabajen en dicha institución, y que incluyan, por ejemplo, el número de personas que allí estudian o trabajan, sus edades, distribución por género u otros.

En estudios biológicos de campo, este marco suele referirse a los ecosistemas propiamente y no a la población humana. Si no hay información puntual de dichos ecosistemas, se puede recurrir a descripciones más globales en latitudes próximas.

9.6 Marco Institucional

En este párrafo se enuncia la institución o instituciones donde se enmarca el estudio. Puede tratarse tan sólo de una requisición académica para optar a un título y en tal caso de describe así – un par de líneas-, o puede tratarse de un proyecto en el que participan diferentes instituciones aportando fondos, personal o infraestructura y deberá describirse la participación y los compromisos de cada una de ellas.

9.7 Marco Legal

La realización de algunos proyectos de investigación como, por ejemplo, aquellos que se realizan en áreas protegidas, resguardos indígenas o parques nacionales, deben incluir las Leyes, Decretos o Normas que aplican en cada caso. Algunos permisos adicionales pueden ser requeridos y debe exponerse el marco legal que sustenta los mismos, así como también, si tales permisos ya han sido solicitados u otorgados. De igual modo, estudios al interior de instituciones o empresas requieren, muy seguramente, de autorizaciones para ello, por lo que se recomienda no dejar para último momento la consecución de tales permisos, pues la negación de los mismos arrojaría al traste todo el proceso investigativo adelantado.

10. INTRODUCCIÓN

Como su nombre lo indica, introduce al lector en el tema de investigación presentándole en forma rápida y sintética la problemática a tratar (Tamayo-Tamayo, 2000). Debe procurarse un lenguaje sencillo, coherente y cautivador, ya que este párrafo es la puerta de entrada al documento, por lo que define la primera impresión del lector. Este ítem, no obstante ser el primero del proyecto y de la investigación, se escribe solamente cuando todo el panorama de estudio está claro para el investigador.

Un formato general sugerido para la elaboración de la introducción es el siguiente: iniciar con un párrafo general de la temática, seguido de la importancia de la misma, unos pocos antecedentes relevantes acompañados de los principales teóricos y los problemas teóricos o conceptuales sobre el tema. Se sigue con dificultades temáticas, falencias o necesidades de investigación, para cerrar con un esbozo de la ruta que seguirá el estudio, guardando precaución de que la escritura de este último no semeje el formato de un objetivo.

11. CRONOGRAMA

La parte administrativa del proyecto se refiere a los aspectos logísticos del mismo e indican cómo se va a lograr su realización, para lo cual se deben indicar los *recursos, el tiempo y el presupuesto* necesario para el desarrollo de las diversas actividades del estudio (Tamayo-Tamayo, 2000).

Además de la temática teórica, conceptual y metodológica de la investigación, es importante que el investigador establezca el modo ordenado, secuencial y cronológico en que llevará a cabo su estudio (Muñoz-Razo, 1998), con el fin de que pueda programar su tiempo de trabajo y, a la vez, precise el tiempo de duración total aproximado de la investigación (Lerma, 1982).

El cronograma se desarrolla en forma de calendario mes a mes -u otra unidad de tiempo si es necesario- y en él se definen e ilustran los períodos durante los cuales se van a ejecutar cada una de las actividades del proyecto, teniendo en cuenta que algunas de ellas solamente se pueden iniciar cuando han finalizado otras que aportarán los insumos requeridos, o que algunas más deben hacerse en forma simultánea. Por lo anterior, la elaboración del cronograma inicia con la definición de las actividades y continúa con la determinación de los requisitos y co-requisitos entre ellas.

Para la presentación del cronograma se utilizan generalmente diagramas de barras o diagramas de Gantt, que permiten visualizar de manera fácil y rápida, el tiempo y el momento de ejecución de cada actividad. Para proyectos de mayor complejidad se utilizan los diagramas de flechas o redes, como el PERT y el CPM (Tamayo-Tamayo, 2000).

El siguiente ejemplo exhibe un cronograma típico de un proyecto de trabajo de grado:

ACTIVIDAD	MESES							
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Construcción de instrumentos, visita al área de estudio	■							
Pre-muestreo, validación de instrumentos y estaciones		■						
Muestreo			■	■	■			
Análisis de resultados					■			
Escritura de la investigación						■	■	■
Entrega del estudio								■

A propósito, ya que los proyectos de trabajo de grado son regularmente sufragados por los estudiantes, se sugiere que la investigación no se extienda más de 12 meses. Por lo anterior, deben limitarse sus alcances a las posibilidades y limitaciones económicas que ello representa.

12. MATERIALES Y PRESUPUESTO

Este párrafo tiene el propósito de que el investigador determine los requerimientos y costos totales del proyecto, así como el proceso de desembolso requerido. Vale recordar que durante la definición y delimitación de los objetivos del estudio, el investigador ha debido sopesar la viabilidad de su ejecución con base en los métodos a seguir y, con ello, los equipos y recursos económicos demandados, incluidos también los costos de transporte, personal, servicios técnicos a contratar, alojamiento y alimentación, principalmente.

Una vez el investigador define el costo total del proyecto, es necesario que establezca si cuenta con tales recursos. Cuando el proyecto resulta muy costoso en el marco de una financiación personal o externa, se deben revisar y replantear los objetivos para amoldar los mismos a un presupuesto más ajustado. Ello puede conllevar a la necesidad de reducir estaciones, muestras, objetivos, variables o períodos de estudio, o puede llevar incluso a cambiar el lugar donde se va a ejecutar el proyecto.

En término general, la reducción de los alcances del proyecto debe hacerse con cautela para que no se debilite, menoscabe o invalide la finalidad del estudio mismo. Así, por ejemplo, en el estudio del fitoplancton superficial del lago de Tota, se podría reducir el número de estaciones a la mitad para disminuir los costos del proyecto; no obstante, si el número de estaciones que subsisten no aporta una representación adecuada del lago, el estudio no podrá inferir sobre la estructura de la comunidad en dicho ecosistema y corre el riesgo de invalidarse por falta de representatividad.

De igual modo, si el término adolescentes del ejemplo previamente referido sobre creatividad y CI conjuga diversas edades, se puede, para reducir costos, delimitar las edades de estudio, en lugar de reducir el tamaño de la muestra para toda las edades, poniendo en tela de juicio los resultados por un bajo esfuerzo de muestreo por cada edad.

Por lo anterior, se recomienda reducir el número de objetivos manteniendo, sin embargo, un alto nivel de profundidad en los elegidos, en lugar de pretender abarcar muchos propósitos pero con tan poco nivel de confiabilidad en ellos, que no permitan formular conclusiones o inferencias de ningún tipo.

12.1 Materiales

En este ítem se expone un listado de todos los materiales y equipos que se requieren para la ejecución del estudio, así como la persona o entidad que aportará los mismos. Se sugiere hacerlo en forma de tabla tal como se ilustra en el siguiente ejemplo:

EQUIPOS	INVESTIGADOR			INSTITUCIÓN X
	POSEE	COMPRAR	ALQUILAR	APORTE
.	Marcar con X	Marcar con X	Marcar con X	Marcar con X
.
.
MATERIALES	POSEE	DEBE PAGAR		APORTE
.	Marcar con X	Marcar con X	Marcar con X	Marcar con X
.
.

12.2 Presupuesto

Los ítem que deben ser presentados en el proyecto son los correspondientes a los *costos directos*, tales como:

- *Personal*: auxiliares y servicios técnicos -el costo del investigador regularmente no se incluye en proyectos de grado-
- *Equipos*: computadores, vehículos, grabadoras, filmadoras, cámaras fotográficas, microscopios, telescopios, u otros
- *Transporte y alojamiento*: incluye gastos de movilización, alimentación y hospedaje
- *Gastos varios*: fotocopias, planos, fotografías aéreas, *software*, libros
- *Material fungible o elementos de consumo*: se refiere a los materiales que se gastan o acaban: papel, bolsas, reactivos, tinta, rollos fotográficos, etc.

El presupuesto del proyecto debe incluir no sólo los ítem que generan gastos, sino también, sus cantidades. Se sugiere, además, incluir un ítem de *imprevistos* para cubrir aquellos gastos que por descuido no fueron tenidos en cuenta o cuyos costos pueden incrementar sobre el transcurso de la investigación –por ejemplo, el 10% del proyecto-.

Otros tipo de costos diferentes a los previamente referidos, son los *indirectos*, pero éstos son propios de instituciones donde, además de los costos directos del proyecto, se incurre en costos financieros y de administración -servicios, mensajería, impuestos, prestaciones, etc.-. Los costos indirectos no se incluyen en proyectos de trabajo de grado.

Es importante diferenciar el costo total de los costos en que debe *incurrir el estudiante o investigador*, ya que este rubro juega un rol importante en la viabilidad del proyecto. Tales costos se deben presentar en forma de tabla.

RUBROS	ESTUDIANTE O INVESTIGADOR	INSTITUCIÓN X	TOTAL
PERSONAL			
EQUIPOS			
TRANSPORTE Y ALOJAMIENTO			
MATERIAL FUNGIBLE			
GASTOS VARIOS			
TOTAL			

En proyectos más elaborados la tabla anterior se modifica a:

RUBROS	COSTOS - CANTIDAD		
	VALOR MES	MESES	TOTAL
PERSONAL			
- Nombre 1			
:			
- Nombre n			
TOTAL PERSONAL			

RUBROS	COSTOS - CANTIDAD		
	VALOR	CANTIDAD	TOTAL
EQUIPOS			
- Equipo 1			
:			
- Equipo n			
TOTAL EQUIPOS			

TRANSPORTE Y ALOJAMIENTO	VALOR	CANTIDAD	TOTAL
- Tiquetes tipo 1			
:			
- Tiquetes tipo n			
- Viáticos tipo 1			
:			
- Viáticos tipo n			
TOTAL TRANSPORTE Y ALOJAMIENTO			

MATERIAL FUNGIBLE	VALOR	CANTIDAD	TOTAL
:			
TOTAL MATERIAL FUNGIBLE			

GASTOS VARIOS	VALOR	CANTIDAD	TOTAL
:			
TOTAL GASTOS VARIOS			

TOTAL PROYECTO			
-----------------------	--	--	--

13. BIBLIOGRAFÍA

Presenta solamente los documentos que fueron consultados y referenciados dentro del proyecto, por lo que aquellos que fueron consultados pero no fueron pertinentes al estudio, se excluyen. Algunos de ellos pueden, sin embargo, resultar apropiados para el trabajo final en el marco de la discusión de resultados.

No existe ningún límite mínimo o máximo respecto al número de libros y artículos científicos que deben ser consultados para la formulación de la propuesta, aunque se sugiere que tal cifra no sea inferior a veinte, ello con el fin de que el recorrido del estudiante haya sido suficientemente amplio. El director del proyecto será quien, en primer lugar, determine si la bibliografía consultada es suficiente, así como también, si se deben hacer consultas adicionales de autores importantes en el tema.

La bibliografía se presenta al final del documento y antes de los anexos si los hubiere. Los elementos principales que hacen parte de cada referencia bibliográfica son los siguientes:

autor, título de la obra, número de edición, complementarios -traducción, edición, corregida, etc.-, lugar de edición -ciudad-, nombre de la editorial, fecha de edición y número de tomos de la obra (Tamayo-Tamayo, 2000). Vale añadir, que en cada referencia se presentan todos los autores y no como ocurre en el cuerpo del documento, donde se expresa *et al.* cuando se trata de más de dos autores.

La forma de presentar una referencia bibliográfica cambia ligeramente según la casa editorial, la revista, la universidad o el país y, por ello, no hay un único formato de cita, si bien el contenido general es muy similar. Las referencias bibliográficas se deben presentar ordenadas alfabéticamente por apellido del primer autor. A continuación se presentan diversos ejemplos del formato seguido por la revista *Ecology*:

- Abrams, P.A. 1995. Monotonic or unimodal diversity-productivity gradients: What does competition theory predict? *Ecology* **76**:2019-2027.
- Attig, J.W. 1984. The Pleistocene geology of Vilas County, Wisconsin. Dissertation. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA.
- Bock, C. E., V.A. Saab, T.D. Rich, and D.S. Dobkin. 1993. Effects of livestock grazing on neotropical migratory landbirds in Western North America. Pages 296-309 in D. M. Finch and P. W. Stangel, editors, Status and management of neotropical migratory birds. U.S. Forest Service Rocky Mountain Forest and range Experiment Station General Technical Report **RM-229**.
- Bruijnzeet, L.A., and J. Proctor. 1995. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? Pages 25-46 in L.S. Hamilton, J.O. Juvik, and F.N. Scatena, editors. Tropical montane cloud forests. Proceedings of an international symposium. East-West Center, Honolulu, Hawaii, USA.
- Burnham, K.P., D.R. Anderson, G.C. White, C. Brownie, and K.H. Pollock. 1987. Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. American Fisheries Society Monograph 5. Bethesda, Maryland, USA.
- Cisneros, R.O. 1993. Detection of cryptic invasions and local extinctions of fishes using a long-term database. Master's thesis. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA.
- Gottschalk, K.W, and D.A. Marquis. 1983. Survival and growth of planted red oak and white ash as affected by residual overstory density, stock size, and deer browsing. Pages 125-140 in R.N. Muller, editor. Proceedings of the fourth central hardwood forest conference, Lexington, Kentucky, 8-10 November 1982. University of Kentucky, Lexington, Kentucky, USA.
- Holt, R.D., J. Grover, and D. Tilman. 1994. Simple rules for interspecific dominance in systems with explorative and apparent competition. *American Naturalist* **144**:741-771.
- Hunter, R.D., and W.D. Russell-Hunter. 1983. Bioenergetic and community changes in intertidal aufwuchs grazed by *Littorina littorea*. *Ecology* **64**:761-769.
- Huston, M.A. 1994. Biological diversity: The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kelly, D. 1994. The evolutionary ecology of mast seeding. *Tree* **9**(12):465-470.
- McGarigal, K., and B.J. Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. U.S. Forest Service general Technical Report **PNW**

351.

- Medina, E., and H. Klinge. 1983. Productivity of tropical forests and tropical woodlands. Pages 281-303 *in* O.L., Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, and H. Ziegler, editors. Encyclopedia of plant physiology (new series) Volume 12D, Physiological plant ecology IV. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Steinman, A.D. 1996. Effects of grazers on freshwater benthic algae. Pages 341-374 *in* R.J. Stevenson, M.L. Bothwell and R.L. Lowe, editors, Ecology of freshwater benthic algae. Academic Press, New York, New York, USA.

14. CONSIDERACIONES ADICIONALES A LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

El primer paso para la escritura de un tópico particular, es ordenar la información recopilada, siguiendo uno o varios criterios lógicos y adecuados al tema de la investigación (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998). Se abordan primero los temas más generales y a manera de espiral se va cerrando la consulta hacia la información más específica. Aquellas referencias que hablan de un mismo tópico usualmente se presentan en orden cronológico.

Al construir el marco de referencia habrá que eliminar parte de la bibliografía que, aunque habiendo sido consultada, no resulte estrictamente pertinente una vez se haya delimitado el tema. Por tanto, más que la longitud de los temas, lo importante es la concatenación de tópicos a lo largo de los mismos. Construir el marco de referencia no es sólo reunir información, sino ligarla apropiadamente (Hernández-Sampieri *et al.*, 1998).

14.1 Citas

Tamayo-Tamayo (2000) nos presenta algunas anotaciones importantes respecto a como se debe citar la información consultada:

1. *Directa o textual*: en la cual se transcribe una idea o concepto del autor de manera textual, es decir, tal como aparece en la obra, incluyendo errores si los hubiere. Esta cita debe ir entre comillas, seguida de la fuente.

Walker (2002) recomienda, adicionalmente, revisar dos veces el contenido de las citas textuales; incluir pocas citas de este tipo; colocar el punto dentro de las comillas salvo que siga paréntesis: XXXX.” o XXXX” (...). Utilizar tres puntos suspensivos en citas que han sido interrumpidas “XXX...” y cuatro si están al final del párrafo.

2. *Indirecta o contextual*: se toma de una idea o concepto de un autor, la cual no se transcribe textualmente pero en la cual somos fieles a la idea del autor. A la misma le sigue la fuente.

Estas citas se conocen comúnmente como parafrasear o parafraseo (Walker, 2002). Regularmente cuando presentamos cifras, hechos o lugares concretos, los mismos provienen de otros estudios y deben, por tanto, ser citados con los créditos correspondientes. El plagio se refiere a que presentamos información, conceptos, resultados, conclusiones, teorías, etc. de otros autores, como propias. El plagio puede ser accidental y hay que evitarlo de forma consciente, como intencional el cual no es justificable bajo ningún argumento.

3. *Cita de cita*: se hace referencia a un autor que no fue consultado de manera directa pero que es citado por un segundo autor. A la misma le sigue el autor original y la fuente consultada. Es importante que en estos casos quede claro quién dijo qué.
4. *Ibid*: abreviatura de *ibidem* que significa allí mismo. Se emplea cuando citamos a un mismo autor varias veces, seguidamente, usamos la palabra *ibid* para evitar repetir los datos referentes a la fuente, indicando con esta palabra que la cita es del mismo autor que citamos con anterioridad.
5. *Op. cit.*: abreviatura de *Opere citato*, que significa obra citada. Se emplea cuando se cita más de una vez a un mismo autor y se quiere evitar repetir datos referentes a la fuente, o si entre la primera cita y la que se hace nuevamente hay de por medio otras referencias.

Cabe mencionar que abreviaturas como *op cit* e *ibid* no son comunes en las ciencias biológicas como sí lo son en las sociales. En el marco de las ciencias naturales tampoco es común que se represente el autor con un número superíndice secuencial: ^{1, 2, 3...} y que se describa el número asociado al autor en una referencia bibliográfica final o que se presente en un pie de página. De hecho Eco (1999) refiere que este tipo de numeración reviste un problema cuando el investigador elimina alguna cita y debe por tanto darse a la tarea de cambiar toda la numeración posterior, aunque vale referir que hoy día, los procesadores de texto más comunes, corrigen automáticamente tal numeración.

En las ciencias naturales se acostumbra a citar el apellido del autor con el año del documento; si hay varias citas del mismo año se les agrega a continuación del año una letra siguiendo el orden alfabético. Algunos ejemplos se transcriben a continuación:

1. Se refiere al autor dentro del texto y a continuación se escribe el año entre paréntesis. Ejemplo:
 - Es así como Gómez (1980) señala que...;
 - Rodríguez y Mejía (1958) realizaron...;
 - Pérez *et al.* (1978) indican que... La sigla *et al.* significa *y otros* y se utiliza para más de 2 autores; se escribe en cursiva como cualquier texto en idioma extranjero como es el caso de los nombres científicos en latín en los cuales se escribe el género en mayúscula inicial y la especie en minúscula *-Homo sapiens-*.

2. Cuando se desean citar varios párrafos de un mismo autor y no se desea escribir una y otra vez su nombre, se pueden usar viñetas para que todos los párrafos queden agrupados bajo la viñeta, a la vez que se redacta el encabezado del párrafo enunciando que los diferentes apartes corresponden a un único autor. Ejemplo:
 - a) Grandes aportes a este tema han sido realizados por Jones (1980) como se verá a continuación:
 - i) La ...
 - ii) La ...
 - iii) La ...
 - b) También se puede citar el autor en el primer párrafo y posteriormente escribir alguna expresión como por ejemplo:
 - i) Añade este autor que...
3. Se refiere la idea y al final de ésta se colocan los autores y el año entre paréntesis. Ejemplo:
 - a) Algunos teóricos han relacionado la ... (Etter, 1980).
 - b) Algunos teóricos han relacionado la ... (Sánchez y Castillo, 1980).
 - c) Algunos teóricos han relacionado la ... (Díaz *et al.*, 1980).
4. Cuando la idea es tomada de varios autores estos se enuncian cronológicamente y se separan con punto y coma. Ejemplo:

Algunos teóricos han relacionado la ... (Páez, 1976; Buendía y Loya, 1980; Restrepo *et al.*, 1985).

Hay situaciones en que el autor de una idea se pronunció sobre ella muchos años atrás con relación al texto que hemos consultado y en ocasiones es importante hacer tal aclaración para hacer justicia con dicho autor.

14.2 Otros Aspectos de Interés

Otros puntos a tener en cuenta en la redacción y elaboración del proyecto son los siguientes:

- 1) El trabajo debe presentarse mecanografiado y preferiblemente debe ser elaborado en un procesador de texto, lo cual permitirá hacer correcciones futuras de manera fácil.
- 2) Un mismo texto con diferente redacción cabe en muchos párrafos, por tanto, cada temática se debe redactar de acuerdo al párrafo al cual pertenece ya que ello lleva a que se lea apropiadamente. Por ejemplo, un objetivo no debe parecer una justificación, una conclusión o un enunciado teórico.

- 3) Recientemente se viene generando confusión en el uso del punto y de la coma para separar los números con miles o con decimales. Si bien en países como Colombia los miles se han separado históricamente con punto y los decimales con coma, la aproximación cultural a países como Estados Unidos donde se utilizan en forma invertida a la nuestra, ha llevado a que se usen indistintamente unos y otros. Por tanto, se debe elegir una nomenclatura única y ser consistente con ella.
- 4) Se usan las abreviaturas cuando se desea evitar la repetición de expresiones frecuentemente utilizadas en el texto o para denotar unidades de medida - como hectáreas, kilómetros... etc.-. Cuando se utilicen abreviaturas de Instituciones o de términos, debe primeramente referirse el nombre completo seguido de la abreviatura entre paréntesis para, en forma posterior, dar uso a la abreviatura. Ejemplo: las Naciones Unidas –ONU - ..., por lo que la ONU...
- 5) *Tabla*: se define como la “lista o catálogo de cosas puestas por orden sucesivo o relacionadas entre sí. Cuadro o catálogo de números de especie determinada, dispuestos en forma adecuada para facilitar los cálculos” (Real Academia Española, www.rae.es).

Figura (Ilustración): “Estampa, grabado o dibujo que adorna o documenta un libro” (Real Academia Española, www.rae.es).

Figuras, gráficos, mapas y esquemas van numerados y podrían referirse bajo un único género como, por ejemplo, *figura*. Las fotografías generalmente se enumeran bajo *foto* o *fotografía*, mientras que tablas y cuadros suelen referirse bajo la denominación de *tablas* salvo cuando los cuadros se usan, por ejemplo, para exponer información diferente como resúmenes, ensayos u otros. Unas y otras van numeradas y tituladas y deben aparecer cerca al texto donde se hace alusión a ellas. Se acostumbra a ubicar el nombre de las tablas precediendo las mismas y el de las figuras de forma posterior a ellas. Cuando se presenten tablas, cuadros o ilustraciones tomadas de otros autores, debe explicitarse la fuente y el año.

Cervo y Bervian (1997) sugieren además lo siguiente:

- 6) En español, la redacción del texto debe hacerse en forma impersonal, es decir, se hace en tercera persona. Así, por ejemplo, se habla del presente estudio y no de mi estudio.
- 7) El lenguaje científico debe ser objetivo, por tanto, no caben expresiones como yo creo o similares. Se distingue, por tanto, del lenguaje literario ya que no busca elegancia sino fuerza en sus argumentos.
- 8) Se deben evitar párrafos demasiado extensos con numerosas oraciones subordinadas.
- 9) El escrito debe propender por la claridad, la objetividad, la precisión y la simplicidad.

- 20) Dado que hay diferentes formas de citar la bibliografía, se debe elegir una única forma y ser consistente con ella.
- 21) Tener presente que el texto debe ser suficientemente claro para que sea entendido a cabalidad por sus lectores.
- 22) Usar comas con las conjunciones -y, pero, así,...-.
- 23) Utilizar punto y coma en frases unidas con sin embargo, no obstante y por lo tanto.
- 24) Dividir las palabras compuestas: limpia-brisas, pero no permita que se dividan cuando queden al final de la línea.
- 25) El guión se usa como paréntesis cuando hay una frase un poco larga que va a romper el flujo de la oración, o para agregar información extra. Los paréntesis se usan cuando es más radical la interrupción del tema.
- 26) Existen diversos formatos para la presentación de los documentos científicos y para la exposición de las citas bibliográficas, las cuales han sido formuladas al interior de las diversas ciencias. Algunas de ellas son:
 - a) *Modern Language Association* -MLA-: común en lenguaje, filosofía, historia y otras humanidades.
 - b) *American Psychological Association* -APA-: *Publication Manual of the American Psychological Association* 1994.
 - c) *Química*: American Chemical Society. *The ACS Style Guide: Manual for Authors and Editors*. Washington: American Chemical Soc., 1986.
 - d) *Geología*: United States Geological Survey. *Suggestions to Authors of the Reports of the United States Geological Survey*. 7ª ed. Washington: GPO, 1991.
 - e) *Lingüística*: Linguistic Society of America. *LSA Bulletin*, diciembre.
 - f) *Física*: American Institute of Physics. *AIP Style Manual* 4ª ed. Nueva York: American Institute of Physics, 1990.
 - g) *Biología*: Council of Biology Editors (1993). *Scientific Style and Format: The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, 6ª ed, 1994.

Unas últimas recomendaciones adicionales son:

- 27) En un mismo párrafo o en párrafos consecutivos cambie palabras repetidas por sus sinónimos.
- 28) La lectura repetida del documento no permite reconocer la falta de claridad del texto o incluso no permite identificar algunos errores ortográficos y mecanográficos. Por lo anterior, conviene revisar nuevamente el documento después de un par de semanas y, preferiblemente, sobre un documento claramente impreso.

- 29) Hay que citar textualmente sólo cuando el enunciado es de gran importancia en el contexto descrito.
- 30) Las citas textuales se incluyen para una posterior interpretación o en apoyo de una interpretación personal. A no ser que se señale lo contrario, la cita indica que se comparte la idea expuesta (Eco, 1999).

14.3 Abreviaturas y Conectores

Algunas abreviaturas métricas comunes son las siguientes (De: CIBA-GEIGY, 1965; <http://www.fao.org/docrep/W4345S/w4345s07.htm>).

LONGITUD			
Nanómetro	nm	Micra	μ
Milímetro	mm	Centímetro	cm
Metro	m	Kilómetro	km
ÁREA			
Área	a	Hectárea	ha
Metro cuadrado	m ²	Kilómetros cuadrados	Km ²
VOLUMEN			
Micro litro	μl	litro	l, L
Mililitro	ml	Metro cúbico	m ³
PESO			
Microgramo	μ	Kilogramo	kg
Gramo	g	Tonelada	t
TIEMPO			
segundo	s	día	d
minuto	min	año	a
hora	h		
TEMPERATURA			
Grados centígrados – Celsius-	°C	Grados Fahrenheit	°F
POSICIÓN-ÁNGULOS			
Grado sexagesimal	°	Minuto	'
Segundo	”		
PRESIÓN			
Atmósfera	atm	Milibares	mb
VARIOS			
Calorías	Cal	Decibeles	dB
Porcentaje	%	Partes por mil	‰
Partes por millón	ppm	Habitante	hab.
No disponible	n.d.	No aplicable	n.a.

Algunos conectores o elementos de relación entre párrafos de uso frecuente son:

De consecuencia, causa y efecto	Entonces, por eso, por lo que sigue, resulta que, porque, por consiguiente, por esta razón, puesto que, por tanto, de modo que, en consecuencia, esto indica, pues, así pues, de ahí que, así, por ello, a causa de esto, por lo cual, por ende, en ese caso, en tal caso, de otro modo -manera, suerte-, en caso contrario, de lo contrario, pues bien, de hecho.
De contraste o concesión	Pero, a pesar de, sin embargo, al contrario, por el contrario, en contraposición, contrario a, en cambio, si bien, por otra parte, desde otra parte, en contraste a, desde otro enfoque, no obstante, con todo, con todo y con eso, con eso y todo, aun así, ahora bien, antes bien, más bien, ahora, de todas formas -maneras, modos-, de cualquier modo -manera, forma-, después de todo, en cualquier caso, en todo caso, sea como sea, opuestamente.
De ejemplificación e inclusión	Por ejemplo, pongo por caso, como, tal como, verbigracia, así, a saber, valga como ejemplo, concretamente, sin ir más lejos, más concretamente, o sea, es decir, bueno, vamos.
De similitud, semejanza y énfasis	De igual manera, del mismo modo, así mismo, igual ocurre, similarmente, de la misma manera, bajo este mismo esquema.
De tiempo	En primer lugar, en segundo..., después, más tarde, antes, seguidamente, entre tanto, posteriormente, ahora, luego, por último, en un principio, antes que nada, inmediatamente, al instante, acto seguido, más tarde, en otra ocasión, al cabo de, mientras, entretanto, al mismo tiempo, mientras tanto, paralelamente, simultáneamente, a la vez, por fin, en cuanto a, a continuación, hasta que, cuando, finalmente, para empezar, por otra parte, en un segundo momento, en seguida, además, en fin.
De reafirmación o resumen	En otros términos, en efecto, en resumen, en resumidas cuentas.
De intensificación	Es más, más aún, máxime.
De agregación	Y, además, después, también, por añadidura, más aún, todavía más, incluso, aparte, asimismo, encima, por lo demás, es más, análogamente, igualmente, parejamente, de igual modo, del mismo modo, de igual -la misma-manera -forma-.
De tematización	Por cierto, a propósito, en cuanto a, por lo que se refiere a.

De ampliación	En otras palabras, es decir, bueno, pues, entonces, vamos.
De transición	Por otra parte, en otro orden de cosas, por otro lado
De conclusión o finalización	Finalmente, para resumir, terminando, evidentemente, por lo anterior, por último, por lo tanto, por consiguiente, en conclusión, en síntesis, por ende, para concluir, de allí se desprende, resumiendo, en fin, bueno, a fin de cuentas, por fin en resumen, en suma, total, en una palabra, en pocas palabras, brevemente, dicho de otro modo, pues bien, bien, en definitiva, definitivamente, al fin y al cabo.
De corrección	Bueno, o sea, mejor dicho, rectificando, es decir, esto es, o lo que es lo mismo.
De apertura:	Ante todo, para comenzar, en principio, por cierto, a propósito, a todo esto, es que..., el caso es que...-el caso, lo cierto, el hecho, la verdad, la cosa, el asunto, el problema-, bueno, bien, pues.
De restricción	Si acaso, hasta cierto punto.

