



Apuntes

Proyecto Terminal I

9o. Semestre
Licenciatura en
Ingeniería Civil

M. I. José Francisco Grajales Marín
Dr. José Ernesto Castellanos Castellanos

Agosto 2013

ÍNDICE

	Introducción	1
	Objetivos	2
1	El método de la ciencia	3
2	La tesis	15
3	Selección del tema	16
4	Estructura del proyecto	20
5	Redacción y estilo	27
6	Citas	29
7	Conclusiones	38
8	Anexos	39
9	Índices y números de página	40
	Referencias	41

INTRODUCCIÓN

Estas notas se elaboraron para la asignatura de Proyecto Terminal I del programa de la Licenciatura en Ingeniería, que se cursa en el 9º. semestre y corresponde al desarrollo del trabajo de elaboración de la tesis.

Esta asignatura que se cursa en el penúltimo semestre del programa, supone que el estudiante ya ha obtenido la autorización del tema de investigación, que se ha realizado la investigación de la literatura, que ya se ha establecido un índice para su desarrollo y que se encuentra en un estado medio; sin embargo, se ha observado que no es así; persisten aún dudas acerca del alcance, de la forma y del fondo de la tesis. Parece que hasta el momento en que se disipan estas dudas hay un impulso real en el desarrollo y entonces se termina; pero sucede fuera de los tiempos marcados, lo cual también resulta en una desventaja para el programa, ya que es muy importante la titulación para efectos de la evaluación del programa.

De esta manera, las notas ofrecen una serie de pautas para mejorar el desempeño en esa etapa de los estudios, en complemento de las asignaturas que tienen que ver con el ejercicio de elaboración de la tesis, como son las asignaturas de *Seminarios*, orientadas a la metodología de la investigación, a la selección del tema de tesis, al diseño del protocolo de investigación y a su desarrollo.

Objetivo

Se puede plantear como objetivo de este trabajo preparar al alumno para el estudio, investigación y desarrollo de un tema, tópico o material específico, que le permita, a través de una metodología de investigación, realizar una aportación, recopilación o experimentación de un conocimiento, tema o

disciplina dentro de su carrera profesional y que a la vez le facilitará aprender a desarrollar este tipo de trabajos, a escala profesional.

M. I. José Francisco Grajales Marín

marinj@unach.mx

Dr. José Ernesto Castellanos Castellanos

Jecc69@hotmail.com

1 EL MÉTODO DE LA CIENCIA

La ciencia es un sistema de aprendizaje o indagación, un sistema para averiguar cosas acerca del mundo misterioso en que nos encontramos habitando. Las características cruciales de este sistema de aprendizaje derivan de su historia. Los griegos contribuyeron a la invención del pensamiento racional, desligándose de la idea de la autoridad irracional, que se suponía no debía cuestionarse; los clérigos medievales iniciaron el desarrollo consciente de la metodología y proporcionaron los principios del enfoque experimental; y en la época de Newton se unieron las explicaciones empíricas y teóricas de tal manera que *encararan la necesidad y la contingencia al mismo tiempo, lo cual hizo que el mundo real fuese comprensible mediante las ideas*. El siglo XX nos ha recordado que el conocimiento obtenido siempre es provisional. Éstos son los vértices que se reúnen en la ciencia como ahora es percibida, y la descripción de esa actividad como un todo podría ser en términos como estos:

la ciencia es una manera para adquirir conocimiento verificable públicamente; se caracteriza por la aplicación del pensamiento racional a la experiencia, experiencia que se deriva de la observación y de los experimentos diseñados deliberadamente, siendo el objetivo la expresión concisa de las leyes que gobiernan las regularidades del universo, leyes que se expresan matemáticamente de ser posible.

Al hacer esta perspectiva una realidad, un patrón particular de actividad humana ha evolucionado y se ha institucionalizado. Se ha creado el papel profesional de *científico*, y dentro del armazón de trabajo institucional se puede iniciar trabajo científico, se puede llevar a término y se le puede aplaudir. Este patrón particular de actividades humanas se puede resumir en tres características principales, cada una de las cuales se puede rastrear en la historia del desarrollo de la ciencia. Las tres características que definen el patrón de actividad son el reduccionismo, la repetitividad y la refutación. Se podría reducir la complejidad de la variedad del mundo real con experimentos cuyos resultados se validan

mediante su repetitividad, y se podría erigir conocimiento a través de la refutación de las hipótesis.

Son tres los sentidos en los cuales la ciencia es *reduccionista*. Primero, el mundo real es tan rico en variedad, tan desordenado, que para poder hacer investigaciones coherentes de él, es necesario simplificarlo; seleccionar algunos ítems para examinar de entre todos los que se podrían examinar. Definir un experimento es definir una reducción del mundo, una reducción que se hace para un propósito en particular. Segundo, como lo enfatizó William de Ockham¹, hay mucho que ganar en la coherencia lógica si se es reduccionista en la explicación: se acepta la explicación mínima necesaria para los hechos a explicarse. Tercero, más en general, la perspectiva científica ha absorbido profundamente el aviso de Descartes en el sentido de descomponer los problemas y analizarlos en fragmentos, componente por componente. El *pensamiento científico* es casi sinónimo de *pensamiento analítico* en este sentido.

Los experimentos son un tipo especial de observación, inicialmente en la ciencia, como se ha visto, los problemas fueron los de la cosmogonía, y las observaciones pertinentes al razonamiento fueron los hechos comunes de todos los días. Posteriormente, la idea del experimento diseñado emergió, siendo pertinente a un examen más detallado de los funcionamientos de la naturaleza. En dichos experimentos el experimentador, por medio de la reducción, trata de tener control completo sobre la investigación, de forma que los cambios que sucedan sean el resultado de sus acciones, en vez del resultado de interacciones complejas de los cuales no está consciente. Una vez dado este control, se pueden formular las preguntas acerca de la naturaleza. En una sección sobre *La observación y el experimento* dentro de su descripción del pensamiento inductivo, Mill² puntualiza:

¹ Es un principio metodológico y filosófico atribuido a Guillermo de Ockham (1280-1349), según el cual, «en igualdad de condiciones, la explicación más sencilla suele ser la correcta». Esto implica que, cuando dos teorías en igualdad de condiciones tienen las mismas consecuencias, la teoría más simple tiene más probabilidades de ser correcta que la compleja.¹

² John Stuart Mill (Londres, 20 de mayo de 1806-Aviñón, Francia, 8 de mayo de 1873) fue un filósofo, político y economista inglés representante de la escuela económica clásica y teórico del utilitarismo, planteamiento ético propuesto por su padrino Jeremy Bentham, que sería recogido y difundido con profusión por Stuart Mill.

La primera y más obvia distinción entre la observación y el experimento es que el último es una extensión inmensa de la primera. Ésta . . . nos permite . . . generar la clase de variación precisa que deseamos para descubrir la ley del fenómeno . . . Cuando podemos generar un fenómeno artificialmente, se puede llevarlo, exactamente como fue, a casa con nosotros, y observarlo rodeado de las circunstancias con las que, en todos los otros respectos, ya estamos bien familiarizados . . .

Cuando Newton hizo un pequeño agujero en la cortina que había en su cuarto en el Trinity College y pasó el rayo resultante de luz a través del prisma; cuando Galileo rodó esferas de madera pulida por el carril sobre la placa inclinada, ambos estaban *llevando el fenómeno a casa*, para investigar estas selecciones limitadas de la variedad del mundo. Este es el reduccionismo de la experimentación. Se aplica igualmente a los experimentos *baconianos* del tipo de recolección de hechos como a los experimentos *galileanos*, que verifican la hipótesis o hacen distinciones entre las posibilidades.

El reduccionismo de la explicación es bastante claro en el principio de la rasuradora de Ockham, pero es una extensión de éste lo que conduce al concepto que generalmente se asocia con la *reducción científica*, en otras palabras, la explicación de fenómenos complejos en términos de fenómenos más simples. Obviamente. Si se puede hacer esto (si los fenómenos biológicos, por ejemplo, se pueden explicar completamente en términos de física y química) el principio de la rasuradora se ha satisfecho: no se han multiplicado entidades innecesariamente. El ideal reduccionista sería una explicación de la ciencia social en términos de la psicología, de la psicología en términos de la biología, de la biología en términos de la química, y de la química en términos de la física, lo básico de las ciencias. (Éste es el ideal que yace bajo la famosa frase de Lord Rutherford³: *Existe la física y existe la filatelia.*) Lo que es más, los éxitos recientes de

³ Ernest Rutherford, conocido también como Lord Rutherford (Brightwater, Nueva Zelanda, 30 de agosto de 1871 – Cambridge, Reino Unido, 19 de octubre de 1937), fue un físico y químico neozelandés. Se dedicó al estudio de las partículas radioactivas y

la biología molecular muestran que la *biología es realmente química*, y que seguramente la neurofisiología es en verdad biología molecular, y la psicología es realmente neuropsicología, ¿o no? Y así sucesivamente. *La sociología es en verdad psicología, y la economía es en verdad sociología, la historia es en verdad economía, y ahí la brecha se pierde*. Obviamente, el reduccionismo en este sentido es una aspiración perfectamente normal de la ciencia, y cuando, por ejemplo, el trabajo de Maxwell y Boltzmann⁴ permite que las leyes que describen la termodinámica de los gases se generen a partir de las suposiciones de la mecánica, se experimenta un sentimiento de que se ha avanzado en este terreno. Sin embargo, lo que es más interesante es el simple hecho de que el ideal reduccionista, se expresa en términos de una jerarquía de la ciencia física, química, biología, psicología y ciencias sociales –lo cual convence a todo mundo intuitivamente-. Nadie argüiría que el lugar para la psicología está entre la química y la biología. Al parecer convence a cualquier persona el que se describa al conocimiento que se tiene del mundo en términos de diferentes niveles de complejidad. Las leyes que operan en un nivel parecen estar en un orden superior con respecto a las de los niveles inferiores. Éste es el núcleo del concepto de *emergencia*, la idea de que a un nivel dado de complejidad existen propiedades características de ese nivel (emergentes en ese nivel) que son irreducibles. La doctrina de la emergencia está relacionada muy de cerca con la idea del reduccionismo-versus-la emergencia es una fuente primaria del pensamiento que se ha generalizado como *pensamiento de sistemas*.

La segunda característica más importante del sistema de aprendizaje que es la ciencia, es la repetitividad de los experimentos. Esta es una característica crucial que coloca cualquier conocimiento al que se pueda denominar con propiedad

logró clasificarlas en alfa (α), beta (β) y gamma (γ). Halló que la radiactividad iba acompañada por una desintegración de los elementos, lo que le valió ganar el Premio Nobel de Química en 1908. Se dedicó al estudio de las partículas radioactivas y logró clasificarlas en alfa (α), beta (β) y gamma (γ). Halló que la radiactividad iba acompañada por una desintegración de los elementos, lo que le valió ganar el Premio Nobel de Química en 1908.

⁴ En Física, la estadística de Maxwell-Boltzmann es una función estadística desarrollada para modelar el comportamiento de sistemas físicos regidos por la mecánica clásica. Esta función estadística clásica, formulada originalmente por los físicos J.C. Maxwell y L. Boltzmann, rige la distribución de un conjunto de partículas en función de los posibles valores de energía. Para cada sistema termodinámico, la distribución de Maxwell-Boltzmann no es otra cosa que la aplicac

científico en un mundo distinto de, por decir, el conocimiento literario que se encarna en libros de crítica literaria. Un crítico que quiere convencer de que D. H. Lawrence es un gran novelista explicará por qué piensa eso. Propondrá sus criterios para elaborar juicios de valor, analizará las novelas de Lawrence de acuerdo con estos criterios, y así tratará de influir en la opinión acerca de los libros. Quizá se encuentre que sus argumentos sean convincentes y se esté de acuerdo con él, pero quizá no. El que esté o no, dependerá de los gustos y sentimientos, los cuales con el tiempo quizá cambien, como posiblemente también lo hagan los gustos y sentimientos del crítico. Incluso si hubiese un consenso general entre la gente educada y los críticos literarios de que Lawrence es un gran novelista, esto diría algo acerca de los gustos literarios de una sociedad en particular en una época particular, y no sólo algo acerca de las novelas en sí mismas.

En este ejemplo se podría por supuesto remplazar *conocimiento literario* con *apreciación de la música, declaraciones exhortadoras acerca de la religión o la política* o muchos otros tipos de conocimientos. El conocimiento de este tipo sigue siendo *conocimiento privado* en el sentido de que la elección para aceptarlo o no es personal. Por otra parte, el conocimiento científico es *conocimiento público*; no se tiene otra opción, sino aceptar lo que se puede demostrar repetidamente en los experimentos. La ley del cuadrado inverso del magnetismo, descubierta, por decir en Boston, sigue siendo una ley del cuadrado inverso aunque los experimentos se verifiquen en otro lado. Ésta es una de las fuerzas cruciales y grandiosas de la ciencia; aunque a menudo es mal interpretada. Es importante darse cuenta de qué es lo que se *tiene que aceptar*: lo que se tiene que aceptar son los hechos ocurridos en el experimento, y nada más que eso. Toda opinión individual acerca del experimento, o la teoría que lo hace tener sentido, se pueden debatir. Nadie tiene que estar de acuerdo con cualquier interpretación de los resultados, si dichas interpretaciones son del mismo tipo de declaraciones como las que se hacen en la crítica literaria. Pero si los hechos experimentales se pueden verificar y otras personas desinteresadas los encuentran repetibles, entonces sí cuentan como *científicos*. Aunque usted quizá dispute las

interpretaciones que yo exponga acerca de, por decir, algunos experimentos de los que yo diga que he efectuado con imanes y limaduras de hierro, si se formula la hipótesis de que los imanes atraen a las limaduras de hierro porque están hechas de hierro en vez de que lo hagan debido a su forma, Alguien quizá repita los experimentos con hierro y limaduras de plástico de la misma forma y vea por sí mismo. Se podría seguir arguyendo acerca de la interpretación, pero nos veríamos obligados a estar de acuerdo acerca de los hechos en el experimento, que son repetibles. El ejemplo es trivial pero el principio no lo es. Es la repetitividad de los hechos experimentales lo que coloca a este conocimiento en una categoría diferente a la de la opinión, preferencia y especulación. Proporciona a la actividad de la ciencia un núcleo sólido que no se ve afectado por la irracionalidad, las emociones y las tonterías de los seres humanos (incluyendo a los científicos, quienes no son menos humanos que cualquier otro grupo). No debemos esperar que los seres humanos se comporten racionalmente por completo; no lo harán. Pero la ciencia tiene, mediante el conocimiento público encarnado en experimentos repetibles, un medio para aislarse de las consecuencias que la insensatez humana genera, lo cual no es posible para ningún otro tipo de conocimiento.

Tomemos como ejemplo un área especulativa de la biología que fascina al lego: la posibilidad de crear materia viviente en el laboratorio. Existe probablemente ahora un consenso entre los biólogos de que el conocimiento presente de la biología molecular muestra que en principio esto es posible. Este consenso no es, en el sentido estricto, científico. La creación de materia viviente a partir de materiales de inicio no vivientes en el laboratorio se convertirá en un hecho científico cuando se realice en experimentos que demuestren que se pueden repetir en otros laboratorios. En el presente, la visión general es de que la vida pudo haber evolucionado en este planeta mediante mecanismos químicos conocidos y que la forma para crear vida en el laboratorio consiste en seguir la misma secuencia. Lo que se necesita, en primer término, es la formación de moléculas orgánicas de complejidad moderada a partir de materiales de inicio químicamente simples; en segundo término, la formación de moléculas de

cadena larga (polímeros) a partir de las moléculas orgánicas, y en tercer término, la colección entera de polímeros adecuados en una situación física que permita el desarrollo de una organización (de carácter celular) interna particular. En este momento, los dos primeros estadios son hechos científicos. Miller, por ejemplo, sometió mezclas de moléculas simples a descargas eléctricas y obtuvo mezclas del tipo de moléculas orgánicas involucradas en la vida: aminoácidos, azúcares, etc. Butlerov y Katchalsky entre otros, han demostrado que las grandes cosechas de polímeros orgánicos que se requieren en el segundo estadio, se pueden obtener a partir de moléculas orgánicas con facilidad sorprendente, en el caso de Katchalsky al poner ciertos aminoácidos en contacto con un mineral de arcilla común dentro de un medio acuoso. Con referencia al tercer estadio, que no se ha alcanzado en el laboratorio, Miller y Orgel escriben:

Estamos convencidos de que la selección natural, que actúa sobre un sistema de polímeros (algunos de los cuales son capaces de duplicarse) fue responsable de la emergencia de estructuras biológicas organizadas.

Pero la distinción es clara: los dos primeros estadios son hechos científicos, el tercero es especulación que se convertirá en ciencia aceptada cuando se haya efectuado y se haya demostrado que es repetible en otros laboratorios.

La importancia de la medición también está conectada con el criterio de repetitividad de la ciencia. Los valores de medición se pueden registrar, y repetir, con más facilidad que los hallazgos cualitativos. El que una repetición se logre o no se logre aparece más claramente si el experimentador está trabajando con cantidades medibles, muy aparte del hecho de que las mediciones, que representan propiedades o relaciones, permiten que la teoría matemática se use para deducir todas las consecuencias lógicas de la información encarnada en los resultados experimentales. De ahí que los hechos científicos potencialmente más poderosos sean aquellos que se expresan como resultados cuantitativos del experimento.

La tercera característica definitoria importante de la ciencia es que el progreso acumulativo se puede lograr como resultado de las secuencias de experimentos del tipo *galileano*, en las cuales las hipótesis se sujetan a verificación contra la experiencia. Lo que es *público* acerca del conocimiento público de la ciencia es que los resultados de los experimentos (reduccionistas) se describen de forma que otras personas puedan verificarlos. Pero el criterio que se aplica a los experimentos no es sólo *¿es esto repetible?* Después de todo, probablemente no estemos muy interesados en hechos científicos que sean verdaderos pero triviales.

El sistema de valor lógico que opere en la ciencia tiene que ser uno en el cual un experimento sea más valioso que otro, si es menos trivial, más significativo. Y la significatividad deriva del grado en el cual el experimento proporciona, mediante su diseño, una verificación difícil para algunas hipótesis de largo alcance. Un buen experimento es aquél en el cual alguna conjetura significativa está en riesgo. Esto significa que todo experimento que no sea del tipo de recolección de hechos al azar, encarna implícita o explícitamente alguna teoría, y que esta teoría se debe corroborar o refutar mediante los hechos en el experimento. Hemos visto un ejemplo sensacional de esto en la formulación de Einstein de que, de acuerdo con su teoría, la luz que pasa cerca del Sol se debe desviar, y que esto quizá se pueda verificar durante un eclipse total. Él sometió su teoría de la relatividad a la verificación pública en esa ocasión; ¡un tipo de verificación que los críticos literarios, historiadores y eruditos de la política no tienen que soportar! Este es un ejemplo revolucionario importante, pero la lógica del progreso de la ciencia requiere que los experimentos científico deben, si es posible, ser de este tipo. Por supuesto que los más modestos experimentos de recolección de hechos tienen un papel, pero el progreso de la ciencia se determinará mediante experimentos significativos en los cuales conjeturas importante se sometan a refutación.

Incluso en una investigación de búsqueda de hechos más modesta seguirá siendo cierto que la selección del experimentador acerca de lo que se observa (su definición de *un hecho*) implica que esta investigación se basa sobre la aceptación implícita de un cuerpo de conocimiento previo, que da significado a

su investigación en particular. Por ejemplo, en el tiempo presente, nadie verificaría cuidadosamente la ley del cuadrado inverso del magnetismo cuando la Luna esté llena y otra vez cuando la Luna sea nueva, para ver si la ley sigue aplicándose; esto no sería inteligente ya que no existe un cuerpo de teoría que sugiera alguna conexión posible entre los dos, y sí mucha teoría verificada que sugiera que los dos fenómenos están desconectados totalmente. Kuhn hace referencia al cuerpo de conocimiento comúnmente aceptado (que hace que los experimentos en particular tengan significado) como un *paradigma*, y en su muy influyente libro describe la historia de la ciencia bajo la forma de una historia de periodos de ciencia *normal* llevada a cabo bajo la influencia de un paradigma particular intercalado mediante cambios revolucionarios en éste. En el reporte sobre un paradigma de Kuhn⁵, se describe a éste como un logro o un grupo de logros que una comunidad científica *reconoce como generadora de los fundamentos para su práctica futura*, logros que *atraen a un grupo de seguidores obstinados, alejándolos de modos competidores de actividad científica y están abiertos suficientemente para dejar todo tipo de problemas para que el grupo redefinido de practicantes lo resuelva*. En el nivel más alto, Newton y Einstein fueron responsables de los cambios revolucionarios en el paradigma. Entre dichos cambios, lo que existe es *ciencia normal* que sigue en buenos términos con el paradigma prevaleciente.

Así podríamos describir en los términos siguientes (ligeramente idealizados) lo que sucede cuando se planea y se lleva a cabo una parte de trabajo científico; o aún más; esta es la lógica de lo que sucede o debería suceder: ¡un caso real quizá no siga la lógica! El científico, como resultado de su elección de problema, decide qué sección de la variedad del mundo va a examinar. Hace su reducción, diseña una situación artificial dentro de la cual puede examinar los funcionamientos de algunas variables mientras otras se mantienen constantes. Su diseño experimental va a *cobrar sentido* en términos de alguna visión particular de, o teoría acerca de, esa parte de la variedad del mundo que él está investigando, y su

⁵ El filósofo y científico Thomas Kuhn dio a *paradigma* su significado contemporáneo cuando lo adoptó para referirse al conjunto de prácticas que definen una disciplina científica durante un período específico.

experimento particular constituiría la verificación de una hipótesis dentro de esa teoría. La pregunta que el experimento plantea es: *¿aprobará la verificación?* Y la artificialidad de la situación experimental es tal que, cuando los resultados se describan cuidadosamente, se analicen y se interpreten, podrá darse una discusión crítica bien definida entre los científicos interesados. El pensamiento humano es polémico; los nuevos pensamientos necesariamente son los adversarios de aquellos a los que reemplazan y el enfoque experimental de la ciencia genera, contiene y orquesta el debate crítico.

Finalmente, cuando se sujeta una hipótesis a verificación de la manera que se ha descrito, debe ser por lógica el caso de que estemos más interesados en una refutación que en una corroboración. Esto se origina de la imposibilidad de probar todo mediante la inducción. Con el argumento deductivo no hay problema. Podemos deducir conclusivamente que Sócrates es mortal, debido a que *todos los hombres son mortales*, y que *Sócrates es un hombre*. Pero no existe un equivalente al silogismo en el argumento inductivo. El hecho de que a todas las noches de nuestra vida les haya seguido un amanecer no debe obligarnos a suponer que lo mismo sucederá esta noche –quizá estemos preparados para apostar sobre ello- pero no hay forma de probar esto, como David Hume enfatizó en su *Tratado sobre la naturaleza humana*; y el multiplicar observaciones confirmatorias, en la lógica, no nos acerca a la verificación de esto. Por esta razón una hipótesis refutada es un resultado experimental más valioso que aquél en el cual la hipótesis sobrevive a la verificación; de ahí que el experimentalista debe intentar destruir su hipótesis, buscándole la verificación más severa que se le pueda ocurrir.

Esta visión de la naturaleza de la ciencia deriva en mayor grado del filósofo C. S. Pierce, quien escribió: *Las conclusiones de la ciencia no tienen otra pretensión aparte del ser verificables*, del metodologista William Whewell, cuya *Historia de las ciencias inductivas* considera al progreso científico como un refinamiento continuo de verdades necesarias acerca del universo físico basado en la observación y la experimentación, y, más recientemente, de los escritos incisivos

de Sir Karl Popper⁶. Popper, quien cree que ha resuelto el problema de la inducción de Hume⁷, describe el método de la ciencia como *el método de las conjeturas intrépidas y de los intentos ingeniosos y estrictos para refutarlas*, y toma la demarcación entre la ciencia y otras actividades con las que ésta se puede confundir (por ejemplo, la astrología o el psicoanálisis) como el criterio por el cual la ciencia debe generar conjeturas que se puedan falsificar (públicamente). Se asume a menudo que existe conflicto entre el reporte de la ciencia de Popper y la descripción de la historia de la ciencia de Kuhn. Se cree que este conflicto es una secuencia de los periodos de *ciencia normal* de acuerdo con cierto paradigma y a los periodos revolucionarios en los cuales el paradigma es derrotado. Sin embargo, el conflicto es más aparente que real. El reporte de Kuhn se origina a partir de un estudio histórico de cómo los científicos verdaderos se han comportado en el pasado; el reporte de Popper se ocupa de la lógica de la actividad. No nos debe sorprender que los científicos reales, al ser humanos, a menudo se les vea buscando evidencia que respalde, más que refutar, una hipótesis con la cual ¡ellos se identifican personalmente! El mensaje de Popper para ellos sería: *no se sientan satisfechos con la ciencia normal; traten de buscar maneras de desafiar el paradigma*. De hecho, algunos científicos muy distinguidos, entre los que se incluye a Medawar, Monod, Eccles, y Bondi, han dado fe de la importancia de las ideas de Popper en sus pensamientos.

Entonces, tenemos una visión de la ciencia como un método de indagación, o aprendizaje, que nos ofrece, en cualquier momento del tiempo una imagen de nuestro entendimiento de la realidad del mundo, que consiste en ciertas conjeturas, establecidas en experimentos repetibles reduccionistas, que aún no han sido abolidos. La imagen más placentera de esa actividad no proviene de un científico o de un filósofo de la ciencia, sino de un novelista: Vladimir Nabokov. En su historia *Última Tule*, escribe:

⁶ Karl Raimund Popper (Viena, 28 de julio de 1902 - Londres, 17 de septiembre de 1994) fue un filósofo y teórico de la ciencia, de origen judío, nacido en Austria, aunque más tarde se convirtió en ciudadano británico.

⁷ David Hume (Edimburgo, 7 de mayo de 1711 – ibidem, 25 de agosto de 1776)¹ fue un filósofo, economista, sociólogo e historiador escocés y constituye una de las figuras más importantes de la filosofía occidental y de la Ilustración escocesa.

Cuando una hipótesis se introduce en la mente de un científico, él la verifica mediante cálculos y experimentos, esto es, mediante la mímica y la pantomima de la verdad. La credibilidad de ésta afecta a otros, y la hipótesis no se acepta como explicación verdadera del fenómeno dado sino hasta que alguien encuentra las fallas de la misma. Yo creo que toda la ciencia consiste en dichas ideas exiliadas o retiradas; y aunque alguna vez cada una de ellas alardeó de tener un cargo importante, sólo un nombre o una pensión es lo que queda ahora ...

El anterior informe de la ciencia proporciona un marco de referencia que sirve para dos propósitos. Primero, hará posible que se vea al movimiento de sistemas como una respuesta a ciertos problemas dentro de la ciencia. Segundo, el informe será importante en discusiones posteriores sobre si el pensamiento de sistemas puede contribuir o no a la solución de los problemas difíciles que enfrenta una ciencia social con aspiraciones a ser científica en todo el sentido de la palabra.

2 La tesis

Es función primordial de los recursos de una licenciatura, la formación de profesionales altamente calificados que responden a las demandas sociales, mientras que la formación de científicos y docentes corresponde predominantemente a las maestrías y doctorados.

La tesis, se caracteriza por ser una investigación que profundiza en un campo del conocimiento o lo presenta en una forma novedosa y crítica. Debe ser producto personal, representar un aporte valioso para la materia y demostrar autonomía de criterio intelectual y científico, capacidad crítica, analítica, constructiva, en un contexto sistemático y el dominio teórico y metodológico de los diseños de investigación propios de la materia.

La definición anterior debe aplicarse con flexibilidad, de forma que no se cierre la posibilidad de considerar propuestas o planteamientos que no encuadren completamente en esta concepción, pero a las que por su calidad y creatividad han de abrirseles también campo y posibilidad de realización.

3 Selección del tema o tópico de investigación

Seleccionar un tema puede ser un proceso difícil. En algunos casos, el tópico puede ser algo en que se tiene interés relacionado con el trabajo. Típicamente, un estudiante tiene una idea general del área que quiere desarrollar, pero no está seguro de que pueda aproximarse a ello. En las etapas tempranas de selección del tema, se puede tratar con una amplia gama de tópicos. Lo siguiente podría ser de ayuda en la selección del tema.

Sugerencias para encontrar un tema:

Revisión de tesis anteriores

Este punto, tratándose de tópicos de ingeniería en construcción, es muy extenso, ya que acerca del *estado del arte* es muy posible que no se disponga de la información necesaria, pero en una primera aproximación se puede visitar la biblioteca de la Facultad e ir revisando las tesis. También se puede acceder a páginas de internet, en especial de universidades extranjeras o de países que han tenido un desarrollo notable en el área de interés. Se puede prestar especial atención a aquellas relacionadas con ciertas áreas. En algunos casos, una tesis puede aportar sugerencias para investigar más en ciertas áreas.

Discusión con maestros de la Facultad

Si se tiene una idea general del tópico de interés, es aconsejable establecer contacto con profesores que tienen experiencia en estas áreas. El profesor puede ser hábil para sugerir algún tema.

Tema de interés

Escoger un tema que interese. No seleccionar un tópico por el solo hecho de seleccionarlo. Pero se debe elegir un tema que pueda beneficiar en el trabajo rutinario diario en la actividad profesional o que pueda aportar conocimiento a la profesión o especialidad.

Verificar el material de investigación disponible

Antes de decidirse por un tema, es recomendable hacer una investigación preliminar para asegurarse que se puede tener una amplia información acerca del área de investigación.

Un tema manejable

Al hacer investigación del tópico, se puede comenzar el proceso de restringir o limitar el tema. En muchos casos el tema seleccionado es demasiado amplio. Pero, al hacer investigación de la literatura, se puede tener un alcance apropiado del tema.

Pautas a seguir para el tema de investigación

Centrarse en el tema

Se debe tener una perspectiva. No enfocarse en cuestiones técnicas. Por ejemplo, si se persigue un tópico de administración de la calidad total, una discusión detallada del Control Estadístico de Procesos (CEP) puede ser inapropiado.

Multidisciplinario

Es difícil observar cualquier aspecto de un área en forma aislada. Por ejemplo, si se considera un tópico de cimentaciones, se tienen varios puntos: el diseño, el costo, la programación de obra, etc. Una tesis debe tomar en cuenta otras disciplinas dentro del contexto del tema.

Nuevo alcance o perspectiva diferente

Algunos tópicos se vuelven banales a través del demasiado uso. La lista de abajo es una lista de estos tópicos. Esto no significa que se quiera conducir una investigación original. Más aún, se debe tomar un alcance original del tema; uno que tenga una perspectiva única del tópico. Puede ser tan simple como organizar la información de manera que no se haya hecho antes en una tesis de la Facultad u otro documento disponible.

Basado en una premisa o proposición

Sólo cuando se ha seleccionado un tema, se necesita plantear una proposición para definir el alcance. Una proposición es establecer acerca del tema qué

puede ser probado o desaprobado. Si esta proposición es aceptable, es usual que se establezcan límites a su alcance. La proposición es también conocida como la *tesis*. Es lo que se pretende probar o desaprobar.

- Ejemplo: Se está interesado en lo que sucede con los círculos de calidad. Se puede desarrollar una proposición acerca de por qué dejan de ser favorables y lo que implica en el futuro la utilización de equipos de trabajo.

Ejemplos de tópicos aceptables

- El impacto de regulaciones y/o filosofías.
- La efectividad de técnicas, nuevas o antiguas y su impacto en respuestas importantes como productividad, satisfacción del consumidor, generación de empleo, etc.
- Aplicaciones únicas de métodos y conceptos a nuevas situaciones en la industria de la construcción, que nunca han sido utilizados.
- Estudios de caso que ayudan a las personas a entender la aplicación de varios conceptos, disciplinas, y métodos en situaciones relacionadas con el tema.

Ejemplos de proyectos inaceptables

- Artículos viejos o ya ampliamente repetidos.
- Clases de temas que son los mismos con diferente nombre.
- Tópicos técnicos, especialmente tópicos técnicos de *cómo hacer* con muy poca oportunidad de utilización.
- Proyectos relacionados con el lugar de trabajo, de interés limitado para el estudiante o para el empleador de él, pero no de interés general. Algunas veces un interés general puede tener una aplicación más general y podría ser aceptable. Esto es fácil de discutir con el director de la tesis.
- Proyectos que equivalen a una revisión de la literatura con poca oportunidad de contribuir a la generación del conocimiento.

Ejercicio de selección del tema

Si se está decidido a seleccionar un tema, se puede seguir esta guía:

- ¿Qué se podría hacer en diez años desde ahora? ¿Qué se necesita hacer para estar ahí? (nuevo conocimiento, habilidades, credibilidad, etc.).
- Listar tópicos posibles para la tesis. Puede estar fuera de la experiencia profesional pasada o presente.
- Listar pros y contras de cada tópico. Puede incluir el nivel de interés, la relevancia de los trabajos, la disponibilidad de información, requerimientos de investigación.
- Desarrollar un índice. Pesar cada factor que contribuyen al 100 % y jerarquizar los temas con estos factores en una escala de 1 a 5.
- Utilizar alguna técnica para evaluación del tema a desarrollar.

En el programa de la maestría en ingeniería, es muy importante que el estudiante consulte acerca del tema, con el Cuerpo Académico del área de estudio que desea desarrollar, ya que en ellos se desarrollan líneas de investigación que probablemente son congruentes con el tema que se busca desarrollar.

4 Estructura del proyecto

Una vez que se ha seleccionado el tema de investigación, se puede proseguir con una visión del proyecto, que constituye una aproximación al tema seleccionado. Este proyecto debe constar al menos con los siguientes aspectos:

- a) Título
- b) Introducción
 - 2.1 Identificación y justificación del objeto de estudio
 - 2.2 Justificación del estudio del objeto: pertinencia o relevancia, etc.
- c) Objetivos generales y específicos
- d) Marco teórico
- e) Hipótesis o preguntas de investigación
- f) Metodología
- g) Estructura, esquema probable del trabajo o contenido tentativo
- h) Bibliografía
- i) Información adicional
- j) Programa de trabajo
- k) Otros aspectos que se consideren relevantes

Respecto de la estructura del proyecto se debe observar lo siguiente:

a) Título

Debe ser expresivo pero no excesivamente largo o detallado; debe presentar en forma general el tema de estudio y reservar para la *introducción* el acotar los aspectos específicos o modalidades de cómo será examinado. Si se considera imprescindible un mayor grado de especificidad, se expresará en un subtítulo.

Si la obra es susceptible de publicación y, desde el punto de vista del mercado, hay que buscar un nombre atractivo; es otro asunto que habrá que decidir posteriormente, pero que escapa del ámbito académico.

b) Introducción

A este respecto, Umberto Eco⁸ menciona:

La tercera fase del plan de trabajo es un esbozo de introducción, que no será sino el comentario analítico del índice: «Con este trabajo nos proponemos demostrar tal tesis. Las investigaciones precedentes han dejado muchos problemas planteados y los datos recogidos son todavía insuficientes. En el primer capítulo intentaremos establecer tal punto; en el segundo afrontaremos tal otro problema. Y en la conclusión intentaremos demostrar esto y aquello. Téngase presente que nos hemos señalado ciertos límites precisos, que son este y el de más allá. En tales límites seguiremos el siguiente método...» Y así sucesivamente.

Empezar escribiendo la introducción, que una vez terminada la tesis cambiará por supuesto sustancialmente; facilita mucho el meterse en el problema de la tesis. Si uno no está seguro sobre la organización de los capítulos y su contenido, el escribir la introducción le ayudará mucho a aclararse. Una buena introducción debe abordar los siguientes puntos:

- a) Enunciado del objetivo del trabajo, breve descripción del *status questionis*⁹ o del estado del arte¹⁰.
- b) Conexión biográfica (por qué interesa al autor) e interés objetivo del tema.
- c) Metodología empleada y lógica interna de la investigación.
- d) Descripción de su articulación en capítulos, del contenido de cada uno de ellos y de la conclusión central alcanzada (*la tesis de la tesis*).

Una de las razones para comenzar la tesis escribiendo la introducción es que uno puede descubrir entonces que no tiene realmente un proyecto de investigación y eso es importante descubrirlo cuanto antes.

Identificación y justificación del objeto de estudio

⁸ Eco, Umberto. *Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. Gedisa, Barcelona, 2001.

⁹ Estado actual de los conocimientos en el área de investigación.

¹⁰ Nivel más alto de desarrollo conseguido en un momento determinado sobre cualquier técnica o campo científico.

Se acotará con precisión qué es lo que se pretende estudiar, planteando las diferentes formas posibles de abordarlos e indicando expresamente cuales se descartan y cuales se seleccionan.

Justificación del estudio del objeto pertinencia o relevancia

Referir, de acuerdo con las características del tema, por qué se ha escogido, aun existiendo bibliografía abundante o que se ha escogido parcialmente, porque no ha sido tratado y no existe bibliografía. En este caso, hay que ser particularmente cuidadoso porque en el campo científico es difícil encontrar un tema del que alguien no se haya ocupado. Por eso, entre otras razones, son necesarias las consultas previas antes de proponer el tema. Si efectivamente el planteamiento es novedoso, explicar en que consiste la novedad. La justificación comprende también explicar la relevancia del tema en cuanto a su impacto social.

c) Objetivos generales y específicos

El objetivo general señala el fin último del estudio, se formula atendiendo el propósito global de la investigación, se constituye en el objetivo principal del trabajo y en cuanto a su contenido, no presenta detalles de los componentes del estudio, de allí que sus fines se orientan hacia la totalidad de la acción cognoscitiva planteada.

El objetivo general de la investigación se define en términos más globales, tiene relación con el área temática que se pretende estudiar y con el título de la investigación, este objetivo está ligado al título de la tesis, y en tal sentido identifica, sin entrar en detalles de lo que se desea indagar o analizar.

Los objetivos específicos están relacionados con el objetivo general pero se definen en términos más operacionales. Cumplen el propósito de vincular el nivel de abstracción presente en el objetivo general con la realidad inmediata a estudiar. En este tipo de objetivos, se deben presentar que componentes o elementos se consideran alcanzar en la investigación, con su deslinde. Se trata aquí de desagregar a través de una acción de conocimiento, los elementos o

dimensiones del problema, presentes en el o los objetivos generales, y al mismo tiempo, limitar y precisar lo que se desea estudiar.

Lo apropiado es que los objetivos específicos surjan de las interrogantes de investigación, formulándose tantos objetivos específicos como interrogantes se hayan formulado, la técnica consiste en usar el texto de la interrogante anteponiéndole un verbo en infinitivo, recordando que el objetivo solo debe tener un único verbo en este modo.

d) El marco teórico

La elaboración del marco teórico comprende **dos etapas**:

i) La revisión de la literatura correspondiente

Consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, así como en extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a nuestro problema de investigación (disponible en distintos tipos de documentos).

Esta revisión debe ser selectiva, porque cada año se publican en diversas partes del mundo, cientos de artículos de revistas, libros y otras clases de materiales dentro de las diferentes áreas del conocimiento.

ii) La adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica.

Esta etapa se realiza cuando ya se tiene una buena revisión de la literatura y sistematización de ella, estando plenamente identificado con las teorías y fundamentos que direccionen o apoyen el trabajo de investigación que se esté realizando.

El contenido del marco teórico es situar el problema en estudio dentro de un conjunto de conocimientos, sólidos y confiables; que permiten orientar la búsqueda y ofrezcan una conceptualización adecuada de los términos que se van a utilizar.

El *marco teórico* permite integrar la teoría con la investigación y establecer sus interrelaciones. Representa un sistema coordinado coherente, de conceptos y propósitos para abordar el problema. Se suele denominar de diversas maneras: marco referencial, marco teórico conceptual, Marco funcional de la

investigación, marco de sustentación, marco estructural-conceptual, formulación teórica o marco conceptual.

e) Hipótesis o preguntas de investigación

¿Necesita una hipótesis, una tesis de ingeniería?

La hipótesis puede ser relevante en tesis de ciencias, pero, ¿son relevantes para tesis de ingeniería? Como se piensa que los ingenieros, *inventan* más que *descubren*, ¿se necesita una hipótesis en la tesis?

Si, aún más, porque la invención es una actividad *dirigida* más fuerte que el descubrimiento; y las dos no son mutuamente exclusivas, de cualquier manera. Se prefiere el término *hipótesis*: que subyace a una tesis; se puede estar más confortable con *objetivos*. La hipótesis es la *fuerza electromotriz* de la tesis.

Suponiendo que la tesis tiene que ver con *redes neurales*, en conjunción con un software apropiado, para clasificar manzanas buenas y malas. La hipótesis para esta tesis puede ser, *¿es posible clasificar manzanas buenas de las malas usando redes neurales y un software apropiado?* Nótese que está implícito en la hipótesis que existen niveles aceptables de exactitud (como se cuantifican las palabras *posible, bueno, y malo*).

Suponer que a la terminación del proyecto, se descubre que el sistema que se tiene ideado trabaja bien con manzanas verdes, pero no con manzanas rojas. Se puede *descubrir nuevo conocimiento* y se puede ser hábil para sugerir una revisión de la hipótesis como punto de partida para investigación posterior. El propio proyecto puede haber demostrado la corrección de una hipótesis. *Cómo es posible clasificar manzanas verdes buenas de manzanas verdes malas, con una exactitud de más del 90 %, usando redes neurales y un software apropiado.*

Nunca olvidar que lo que subyace a cada tesis, debe ser una hipótesis. Si se tiene la hipótesis a la vista, nunca se perderá en irrelevancias cuando se escribe la tesis. Lo cual permite avanzar.

f) Metodología

Este es el campo de los profesores y el material bibliográfico enfocado a la metodología. En este sentido en el apartado VI de esta guía, se presentan cuadros que parten de la distinción usual entre trabajos empíricos o de campo y los que no lo son.

Dichos instrumentos sirven de guía para la evaluación y también son útiles como referencia al inicio y a lo largo de la elaboración y desarrollo del proyecto, pues contribuyen a prevenir errores y fallas.

g) Estructura, esquema probable del trabajo o contenido tentativo

En esta parte se presentará un esquema de los capítulos y secciones que, según lo proyectado, comprenderá tentativamente la tesis de grado.

h) Bibliografía

Se debe aclarar que la bibliografía presentada inicialmente en el proyecto no es necesariamente la única que se utilizará para la investigación, pues en la realización de la tesis, el estudiante seguramente encontrará otros materiales que deberá incorporar a la bibliografía final.

Es necesario distinguir entre *bibliografía* y *referencias bibliográficas*. La bibliografía es la relación exhaustiva de las obras, artículos, etc., que se han escrito sobre un determinado tema; por lo tanto, es en sí mismo objeto de una investigación. Lo que figurará al final del trabajo son las referencias; es decir, los materiales que *efectivamente* haya empleado el estudiante. Por lo tanto debe estar en capacidad de demostrar, si fuera necesario, el conocimiento de dichas referencias.

i) Información adicional

Es muy importante que el estudiante demuestre en el proyecto la capacidad de organización de su tiempo y las etapas de realización de su trabajo; es decir, que elabore un programa de actividades.

En este programa se pueden explicar las facilidades y dificultades para el estudio que se propone realizar y, en caso de dificultades¹¹, la forma cómo el estudiante las superará.

¹¹ Valarino Hernández, Elizabeth. *Tesis a Tiempo*. Grupo Editorial Carnero; Barcelona, España, 2000.

5 Redacción y estilo

El gran filósofo inglés Bertrand Russell¹² relata que se propuso escribir diciendo en el menor número de palabras y de la forma más clara posible lo que tuviera que decir. Esto lo afirmaba un fundador de la lógica matemática, es por lo tanto, alguien que era capaz de emplear un lenguaje altamente técnico y de difícil comprensión para el inexperto. Russell señalaba además que esta capacidad lo hacía sentirse libre para emplear el lenguaje más sencillo y al alcance de la generalidad. Con esta cita no se quiere desalentar el empleo de las formas de comunicación propias de los especialistas, las cuales muchas veces resultan necesarias, pero si tratar de evitar el uso excesivo e innecesario de la jerga técnica. La regla es: *tanta jerga como sea necesaria, tanta sencillez como sea posible*, y no al revés.

Se debe evitar el uso de sinónimos

Dos palabras casi nunca tienen el mismo significado. El significado siempre las sobrepasa. El redactor debe encontrar la palabra y quedarse con ella. Si el redactor pretende el mismo significado, debe usar la misma palabra y no temer a incurrir en la repetición de palabras.

No se deben usar pronombres para representar a personas que todavía no están identificadas

Es necesario advertir también contra una serie de vicios y errores tales como escribir frases con sujeto y verbo pero sin predicado o el uso vicioso del giro *tenemos que....*

En cuanto al estilo personal o impersonal de escribir se discute mucho. Hay quienes sostienen que un estilo impersonal aleja al lector y, sobre todo, evita que el autor se comprometa con lo que sostiene. Critican también el empleo del *nosotros* al que califican de giro monárquico o clerical, porque así se expresan reyes u obispos. Sin embargo, a veces, el *nosotros* se justifica en la literatura

¹² Bertrand Arthur William Russell. (1872-1970). Filósofo, matemático y escritor británico.

científica como expresión de humildad, aun tratándose de obras individuales, puesto que casi nunca se emplean ideas completamente propias sino que se construye sobre la labor de quienes nos precedieron. El *nosotros* sería, así, expresión del colectivo intersubjetivo que hace avanzar a la ciencia.

Se puede escribir, sin embargo, en primera persona, si lo prefiere, pero recuerde que probablemente la mayoría de los lectores potenciales no estarán interesados en detalles autobiográficos. Considerar también que el idioma español, debido a su complejo sistema de declinación verbal, no requiere que el pronombre de la primera persona del singular *yo* tenga que ser repetido constantemente, menos con mayúscula. Pero la austeridad que el español impone al uso del *yo* o la modestia, no debe llevar al uso generalizado, en nuestro medio, de la expresión *mi, persona* que crea la curiosa sensación de que es alguien diferente a uno mismo quien habla.

Recordar, finalmente, que los trabajos presentados a lo largo del posgrado en las diferentes asignaturas, además de cumplir su objetivo específico, deben considerarse como valiosas ocasiones de irse preparando para el trabajo final de grado y comenzar a aplicar en ellos las indicaciones que se proporcionan en esta pequeña guía.

6 Citas

A continuación, se anotan correctamente las referencias que con mayor frecuencia se utilizan en un artículo a publicar:

Libros

- Apellidos–nombre (s).
- Título del libro en cursivas.
- Edición.
- Lugar de publicación.
- Editorial.
- Año de publicación.
- Páginas.

Ejemplo:

Crack-Andersen J. *Frecuencia y análisis de ingeniería*. 2ª edición. Oxford. McGraw- Hill. 2003. pp. 388-396.

Capítulo de un libro impreso

- Apellidos-nombre (s) del autor.
- Título del capítulo.
- Elemento de enlace En: seguido del nombre del autor del libro cuando éste difiere del autor del capítulo, seguido del título del libro, o En su: cuando el autor del capítulo es el mismo del libro.
- Lugar de publicación.
- Editorial, año de publicación.
- Páginas. ISBN (Número Internacional normalizado para Libros).

Ejemplos:

Moyor M.A. Evaluación del lenguaje de ingeniería. En: Verdugo- Alonso J. Evaluación curricular: una guía para la intervención del ingeniero. 2ª edición.

Madrid. Salvat, 1994.
pp. 324-344. ISBN: 8448106075.

Sapag-Chain N. Efectos económicos de los aspectos organizacionales. En su:
Preparación y evaluación de proyectos. 4ª edición. México DF. McGraw-Hill, 2004.
pp.
119-131. ISBN: 9701042456.

Libros electrónicos

- Apellidos-nombre (s) del autor o institución.
- Tipo del documento.
- Tipo de medio [entre corchetes].
- Edición o versión.
- Lugar de publicación.
- Editor, fecha de publicación.
- Fecha de consulta [requerido para documentos en línea, entre corchetes].
- Disponibilidad y acceso (requerimiento indispensable).
- ISBN (Número Internacional Normalizado para Libros).

Ejemplo:

Pumarino A. La propiedad intelectual en ambientes digitales educativos [en línea]. Revisión sistemática. Santiago, Chile. DuocUC, 2004 [fecha de consulta 18 de octubre 2005]. Disponible en:
<http://www.uca.es/dept/psicologia/bvsss/csalud/memoria/pdf/tecnologia.html>
ISBN: 854678632

Capítulo de un libro electrónico

- Apellidos-nombre (s) del autor o institución.
- Título del documento.
- Tipo de medio [entre corchetes].
- Edición.
- Lugar de publicación.

- Editor.
- Fecha de publicación.
- Fecha de revisión/actualización.
- Fecha de consulta [requerido para documentos en línea, entre corchetes].
- Capítulo o designación equivalente de la parte.
- Título de la parte.
- Ubicación del material original.
- Disponibilidad y acceso (requerimiento indispensable).
- ISBN (Número Internacional Normalizado para Libros).

Ejemplo:

Anderson S. Multimedia en internet [en línea]. California. Agencia de Evaluación de Tecnologías multimedia, 1998 [fecha de consulta 16 de mayo 1998]. Capítulo 6. Formación y acreditación de modelos multimedia. Disponible en: <http://www.usu.edu/sanderso/multinet.pdf> ISBN: 8235373940

Revista impresa

- Título de la revista.
- Lugar de publicación, volumen, número (anotar entre paréntesis).
- Fecha (indicar mes y año).
- ISSN (Número internacional normalizado para Revistas).

Ejemplo:

Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología. Facultad de Ingeniería UNAM, México DF. 9(4). Octubre-Diciembre 2007. 1405-7743.

Artículo de revista impresa

- Apellidos-nombre (s) del autor o autores.
- Título del artículo.
- Título de la revista en cursiva, volumen, número (anotarlo entre paréntesis), páginas (precedida de dos puntos).
- Fecha.

- ISSN (Número internacional normalizado para Revistas).

Ejemplo:

García-Sosa J., Morales-Burgos A., Zaragoza-Grifé N. Determinación del gasto en sistemas de tuberías en serie utilizando el Mathcad. Ingeniería: *Revista Académica de la FIUADY*, 9 (2): 19-34. Enero-Abril 2005. ISSN: 0716-1115.

Revista electrónica

- Título.
- Tipo de medio [entre corchetes].
- Edición.
- Lugar de edición.
- Editorial, fecha de publicación.
- Fecha de consulta [requerido para documentos en línea, entre corchetes].
- Serie (opcional).
- Notas (opcional).
- Disponibilidad y acceso (requerimiento indispensable).
- ISSN (obligatorio)

Ejemplo:

Revista de la OMPI [en línea]. 1ª edición. Ginebra. OMPI, 1998 [fecha de consulta 25 de abril 2006]. Disponible en: <http://www.wipo.int/freepublications/es/index.jsp>. ISSN: 83764-8239.

Artículo de revista electrónica

- Apellidos-nombre (s) del autor o autores (ya sea institución o persona).
- Título del artículo.
- Título de la revista o serie electrónica en cursivas.
- Tipo de medio [entre corchetes].
- Volumen.
- Número.
- Día, mes y año.

- Fecha de consulta [requerido para documentos en línea, entre corchetes].
- Ubicación dentro del documento original.
- Disponibilidad y acceso (requerimiento indispensable).
- ISSN (Número Internacional Normalizado para Revistas).

Ejemplo:

Druker M.F. Propiedad intelectual, innovación y desarrollo de nuevos productos. *Revista de la OMPI* [en línea]. Vol. 3. No. 4. Julio-agosto 2005 [fecha de consulta 25 de julio 2006]. Disponible en:

<http://www.wipo.int/freepublications/es/index.jsp>.

ISSN: 83764-8239.

Tesis

- Apellidos- nombre (s) del autor o autores.
- Título de la tesis.
- Grado al que se postula la tesis (entre paréntesis).
- País.
- Nombre de la Universidad Facultad o Escuela.
- Fecha de publicación.
- Páginas.

Ejemplo:

Iturbe- Argüelles M. del R. Transporte y dispersión de compuestos químicos orgánicos a través del flujo en medios porosos. Tesis (Doctorado en ingeniería). México DF. Universidad Nacional Autónoma de México. 1997. 120 p.

Conferencias, Congresos, Seminarios

- Nombre del congreso, conferencia o reunión.
- Número de la conferencia, año y lugar de realización (entre paréntesis).
- Título de la obra.
- Lugar de publicación.

- Editorial, Fecha de publicación, Páginas.

Ejemplo:

Congreso de la Asociación Chilena de Control Automático (10º, 1992, Santiago Chile). Trabajos de planeación. Santiago, Chile. Asociación Chilena de Control Automático, 1992, pp. 340-356.

Documento presentado en congreso o reunión

- Apellidos- nombre (s) del autor o autores.
- Título del documento presentado.
- Elemento de enlace En: seguido del nombre de la reunión, número, año y lugar de la misma (entre paréntesis).
- Título de la obra.
- Lugar de publicación, editorial o instituciones que patrocinan, fecha de publicación, páginas.

Ejemplo:

Castellano-Costa J. El impacto ambiental del proceso edificatorio. En: Seminario Internacional de Edificación (1ª, 2005, Santiago, Chile). Trabajos de ingeniería. Santiago, Chile. DUOCUC, 2006, pp. 52-62.

Informes

- Apellidos- nombre (s) del autor o autores.
- Título del informe.
- Lugar de publicación, editorial, año.
- No. de serie.

Ejemplo:

García- Guadarrama Juan. Informe de ingeniería ambiental. México DF: División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM, 2007. 89 p.

Nota: Para conformar referencias de monografías, mapas, videos-DVD, planos, normas, patentes, bases de datos, programas computacionales, contribuciones electrónicas, etc., consultar la Norma ISO 690 y 690-2.

Referencias Bibliográficas del Manual:

- Norma ISO 690
- Norma ISO 690-2
- Sistema de Bibliotecas DuocUC. Pontificia Universidad Católica de Chile. Manual para la redacción de citas bibliográficas [en línea]. Santiago, Chile, 2005. [Consulta 2 de octubre de 2007]. Disponible en: http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/sistema/MANUAL_DE_CITAS_BIBLIOGRAFICAS.pdf
- Universidad de Chile. Sistema de servicios de información y bibliotecas SISIB. Guía para la redacción de referencias bibliográficas [en línea]. Santiago, Chile 2004. [Consulta 2 de octubre de 2007]. Disponible en: <http://bibliotecas.uchile.cl/servicios/referencias-bibliograficas.pdf>
- Universidad Carlos III de Madrid. Catálogo, recursos electrónicos y guías. Cómo citar bibliografía? [en línea]. Madrid, España, 1987. [Consulta 28 de octubre de 2007]. Disponible en: <http://www.uc3m.es/biblioteca/GUIA/citasbibliograficas.html>

Decía Isaac Newton, que había llegado muy alto, porque iba en hombros de gigantes. Exigir que en un trabajo académico figuren citas no es sino una de las consecuencias del carácter acumulativo del trabajo científico, el cual es el resultado de puras ocurrencias, por más brillantes que sean. Si a uno le aburre citar o se siente constreñido por las citas y sin embargo, se considera un escritor, debe dedicarse a otros géneros, pero no hacerlo pasar como trabajo de tesis.

Existen diversas formas de citar. El Cent no establece una regla rígida al respecto pero preferimos el sistema de notas al pie de página porque como dice Fidas G.

Arias¹³ permite la localización inmediata de los datos completos de la obra citada; aclarar aspectos sin alterar la continuidad del texto y posibilita comentarios de la obra citada o ideas que ésta suscita. Además, las notas al pie de página ya no representan una dificultad, gracias a los programas de procesamiento de palabras.

Sin embargo, es preciso no abusar de las notas al pie de página para comentarios o desarrollos excesivamente largos. En tal caso el redactor debe analizar si tales comentarios o desarrollos, que pretende introducir, no pertenecen más bien al texto principal o, incluso, no ser necesarios.

Frente al sistema anterior (notas al pie de página), se encuentra el que se llama de autor-fecha¹⁴ que consiste en indicar a continuación de la cita y entre paréntesis el nombre del autor, colocando el apellido en primer lugar y la fecha de la obra junto con la página de seguidas a los dos puntos colocados al final de la fecha. Mediante estas referencias el lector puede localizar en la Bibliografía, al final del trabajo, cuál es la obra que se ha citado. Correspondientemente la Bibliografía está presentada de forma que al nombre sigue la fecha de publicación y ésta no se encuentra al final de la referencia como ocurre generalmente con las notas al pie de página. Para los aspectos más específicos remitimos al Manual de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), citado en las Recomendaciones Bibliográficas.

En todo caso, cualquiera que sea el sistema utilizado se debe ser consecuente en su empleo y evitar mezclarlos confusamente. Por ejemplo, no utilizar indiferentemente ambos sistemas para las citas, aunque el sistema autor-fecha se puede combinar con las notas al pie de página, siempre que éstas se reserven sólo para comentarios o desarrollos breves. Un problema que a menudo se suscita con el sistema autor-fecha es que el redactor olvida incluir en la Bibliografía

¹³ *Mitos y Errores en la Elaboración de Tesis y Proyectos de Investigación*. Caracas. Editorial Episteme. 2001, p. 29.

¹⁴ Este es el sistema que ha desarrollado la *American Psychological Association*. Algunos autores llaman a este sistema "científico", lo cual parece ser una exageración aunque se use mucho en las ciencias sociales. Ver: Janeth Kelly: *Guía de Estilo del IESA*. Caracas. Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA), 1996.

algunas obras que ha citado en el texto, por lo que hay que ser particularmente cuidadoso en este punto.

El empleo de las notas al pie de página no excusa de presentar la bibliografía utilizada al final del trabajo. Debe ser ordenada en estricto orden alfabético y, a diferencia de las notas, se coloca el apellido del autor en primer lugar y luego los nombres propios.

Las citas, dentro del texto, se harán sangrando el texto citado que figurará con interlineado sencillo. Por ejemplo: supongamos que citamos las siguientes consideraciones de Tarcisio Jáñez Barrios. “Lo inmediato y primario, de lo cual tenemos experiencia, es la vivencia de que algo no está afectando. Más todavía, es un “magma vivencial” en el que, mediante la reflexión, vamos distinguiendo distintos contenidos cognitivos o estimulares, entre ellos las sensaciones”. Esta cita deberá ir con su respectivo pie de página. Por otra parte, debe procurarse que estas citas no sean demasiado largas y en ningún caso, extenderse más de una página.

6 Conclusiones

En las conclusiones se señalará la forma y medida en que se han cumplido los objetivos que el estudio se propuso y por ende la Tesis Doctoral, la Tesis de Grado de Maestría o el Trabajo Especial, así como también las deducciones, inferencias y resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos. Resulta útil indicar qué otras investigaciones serían necesarias para completar y aclarar el objeto estudiado.

En general, es conveniente concebir todo el trabajo como una estructura dividida en tres partes compuesta por:

- 1 Introducción: VOY A DECIR ESTO
- 2 Desarrollo: DIGO ESTO
- 3 Conclusiones: ESTO FUE LO QUE DIJE

Desde otro punto de vista, es bueno visualizar la siguiente relación de contenidos e interrogantes básicas con respecto al Proyecto y al Trabajo definitivo:

- | | |
|--|-------------|
| 1 El tema seleccionado | EL QUÉ |
| 2 Los objetivos de la investigación | EL PARA QUÉ |
| 3 La justificación de la investigación | EL POR QUÉ |
| 4 La metodología de la investigación | EL CÓMO |
| 5 Las referencias bibliográficas | EL DÓNDE |

Es necesario advertir además que frecuentemente se incurre en los siguientes vicios:

- La parte de las conclusiones no es tal sino otro capítulo más del trabajo, donde se agregan asuntos no tratados anteriormente.
- Se presentan conclusiones no justificadas por lo anteriormente tratado.
- No se presentan todas las conclusiones a las que se ha arribado sino una parte de ellas, etc.

8 Anexos

Si son necesarios debe procurarse que sean textos o materiales relevantes, relacionados con el tema de estudio e imprescindibles para su comprensión. El valor de los anexos aumenta si se trata de material difícilmente accesible.

Debe evitarse reproducir documentos que son de conocimiento general, fácilmente accesibles y crear la impresión de que los anexos son más importantes que el trabajo o que se los utiliza sólo para sustituir el análisis, la elaboración y reflexión propios, o disimular un contenido excesivamente escueto. En general, es preferible ser parco en el empleo de añadidos.

9 Índices y numeración de páginas

Parece mentira pero es necesario advertir que no hay que olvidar ni lo uno ni lo otro. Lo ideal, además, aunque se practica poco en nuestro medio, es que los trabajos tengan, además del índice de contenido, un índice analítico. Hoy en día, con los modernos programas de procesamiento de palabras es fácil realizarlos. Sin embargo no hay que dejar que el programa haga todo el trabajo, sino utilizarlo en forma que se adecúe a la estructura conceptual del trabajo.

Referencias

- 1 Schmelkes, Corina. 1998
Manual para la Presentación de Anteproyectos e Informes de Investigación (TESIS) Oxford University Press México, S.A. de C.V.

- 2 Arana, Federico. 2003
Método Experimental para Principiantes Editorial Joaquín Mortiz, S.A. de C.V.

- 3 Mora Ledesma, Martín; Sepúlveda Ortiz, Patricio. 2002
Seminario de Investigación Editorial LIMUSA, S.A. de C.V.; Grupo Noriega editores.

- 4 Echávez Aldape, Gabriel. 1996
Introducción a los Modelos Hidráulicos de Fondo Fijo y a la Ingeniería Experimental Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

- 5 Eco, Umberto. 2001
Cómo se Hace una Tesis. Editorial Gedisa, S.A. de C.V.