



Apuntes

Seminario II

3er. Semestre
Maestría en Ingeniería
Opción Construcción

M. I. José Francisco Grajales Marín
Agosto 2013

CONTENIDO

| | | |
|------|---|----|
| | Introducción | 1 |
| 1 | Estructura | 3 |
| 1.1 | Estructura de la tesis | 3 |
| 1.2 | La estructura racional | 4 |
| 1.3 | La hipótesis fortalece a la tesis | 4 |
| 1.4 | ¿Necesita una hipótesis una tesis de ingeniería? | 5 |
| 2 | Sustancia | 7 |
| 2.1 | Comenzar en el principio: guardar notas | 7 |
| 2.2 | Escribir con la lectura en mente | 8 |
| 2.3 | Pensar-Planear-Escribir-Revisar | 10 |
| 2.4 | Los aforismos de Attikiouzel | 10 |
| 2.5 | Leyes de Lindsay | 11 |
| 2.6 | Los consejos de Hartmann | 12 |
| 2.7 | Remendar el primer borrador | 13 |
| 2.8 | Los capítulos de experimentos | 14 |
| 2.9 | La revisión de literatura | 16 |
| 2.10 | La introducción y conclusiones | 16 |
| 2.11 | Eslabonar los capítulos | 17 |
| 2.12 | El resumen | 17 |
| 2.13 | Escribir otras partes de la tesis | 18 |
| 2.14 | Puliendo la tesis | 18 |
| 2.15 | El elemento tiempo | 19 |
| 2.16 | Qué hacer y qué no hacer en ciencias e ingeniería | 19 |
| 3 | Estilo: Idioma | 20 |
| 3.1 | El oficio de escribir buen español | 20 |
| 3.2 | Ambigüedad y claridad | 21 |
| 3.3 | Precisión | 21 |
| 3.4 | Brevedad | 22 |
| 3.5 | Ejemplos de lo que hay que evitar | 22 |
| 3.6 | Puntuación | 24 |
| 3.7 | El yo/nosotros activo/controversia pasiva | 25 |
| 3.8 | Ejemplos de una buena escritura | 28 |
| 3.9 | Ortografía y gramática | 29 |
| 3.10 | Estilo: disposición | 29 |
| | Anexo 1 Redacción clara y concisa | 30 |
| | Anexo 2 Algunos consejos de Corina Schmelkes | 34 |
| | Anexo 3 Algunas sugerencias para principiantes | 37 |
| | Bibliografía | 39 |

Introducción

Estas notas se pretende que constituyan una guía para escribir la tesis de grado, por lo que sirven de apuntes en la asignatura de *Seminario II* que se cursa en el 3er. Semestre de la Maestría en Ingeniería. Para el desarrollo del trabajo se consideran tres partes principales: la *estructura*, la *sustancia* y el *estilo*. La estructura significa la manera como la tesis adquiere coherencia lógica, la sustancia puede significar resaltar la importancia del trabajo y el estilo se relaciona con la manera como se escribe para que tenga elegancia y sea atractiva. La estructura está gobernada por la lógica y es invariante con respecto a la materia. La sustancia varía con la materia, y su calidad está determinada por el conocimiento técnico y la maestría exhibida por el estudiante. El estilo tiene dos componentes: el idioma y la forma. Primero trata con el uso del idioma como medio de comunicación técnica, y el segundo con la presentación física de la tesis en papel, de acuerdo con los requerimientos. Los tres componentes, influyen sobre los otros. Una buena tesis no debe carecer de cualquiera de los tres. En este trabajo no se desarrolla la *selección del tema* por considerar que significa un punto que merece especial atención, sobre todo en temas de ingeniería civil o de construcción que encierran cierta complejidad. **¿Qué es una tesis y por qué se escribe?** Tesis/ 1 es una proposición que puede ser probada. 2 es una disertación por un candidato para un grado. Hipótesis/ 1 es una proposición hecha como base de un razonamiento, sin asumir que es la verdad. 2 Suposición hecha como punto de partida para investigar más allá de los hechos conocidos. Se puede inferir de la etimología, que la tesis obligadamente, es lo que ofrece un candidato para obtener un grado.

Esta es la más común y con frecuencia la única razón por lo que se escribe una tesis. Pero hay otras razones.²

Una tesis es un registro escrito del trabajo que tiene que ser emprendido por un candidato. Constituye *evidencia* objetiva del *conocimiento* y *capacidades* en el campo de interés y es por lo tanto una manera justa de evaluar esto. Aunque la tesis escrita puede ser vista como una obligación desagradable para obtener el grado, la *disciplina* a que induce puede aportar beneficios de toda la vida.

Además, una tesis es un intento de *comunicar*. La ciencia inicia con la curiosidad, se sigue con el experimento y el análisis, y conduce a encontrar cuáles son compartidas por la comunidad científica y aún por el público. La tesis es por tanto no sólo un registro de un trabajo técnico, sino también un intento de comunicarse con una gran audiencia.

M. I. José Francisco Grajales Marín
marinj@unach.mx

1 Estructura

1.1 Estructura de la tesis

La guía para una tesis de maestría es:

1. El título: dar el nombre completo de la tesis, nombre y grado del candidato, un reporte de presentación en la forma: *Esta tesis es presentada para obtener el grado de doctor por la universidad. . . .*, el departamento y el año de presentación.
2. Resumen, de aproximadamente 300 palabras. (no debe exceder 700 palabras). El resumen debe resumir los encabezados apropiados, propósitos, alcance y conclusión de la tesis.
3. Contenido
4. Reconocimientos
5. Texto principal
6. Bibliografía o referencias
7. Apéndices

El formato para tesis de licenciatura es similar, excepto que el título es seguido por un oficio del candidato dirigido al Director de la Facultad diciendo *Esta tesis es presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para el grado de Licenciado en Ingeniería* y certifica que representa al candidato con su propio trabajo.

La tesis consiste del texto principal, numerados arriba de 5. Sobre el texto principal, se puede asumir:

- (a) Capítulo 1: Introducción
- (b) Capítulo 2: revisión de la literatura
- (c) Capítulo 3: Materiales y métodos
- (d) Capítulo 4 a n: Capítulos experimentales
- (e) Capítulo (n+1): Discusión general y conclusiones

Si se sondean los capítulos experimentales, (etiquetados con d) se puede esperar que contengan:

1. Una breve introducción
2. Procedimiento experimental (métodos y materiales)
3. Resultados

4. Discusión

Esta estructura refleja el formato de tiempo consagrado al experimento científico:

1. Objetivo
2. Materiales y métodos
3. Observaciones
4. Resultados
5. Discusión
6. Conclusiones

Se tiene una disección justa de la estructura de una (científica o de ingeniería) tesis, pero ¿se habrá conseguido alguna perspicacia?

1.2 La estructura racional

Lo racional en la sección 1.1 es simplemente que *una tesis debe decir una historia, clara y convincentemente*. Los componentes de la estructura imparten continuidad lógica a la tesis mucho más que en la manera que logra integridad y resistencia. Hay un flujo en la lógica, como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1 Relaciones entre la estructura del capítulo experimental de la tesis y su lógica subyacente

| | |
|--------------------------|--|
| Introducción/objetivo | ¿Qué se hará y porqué? |
| Materiales y métodos | ¿Cómo se hará? |
| Observaciones/resultados | ¿Qué se encontró? |
| Discusión | ¿Qué significan los resultados y porqué? |
| Conclusiones | ¿Qué nuevo conocimiento se ha adquirido? |

Cualquier defecto en el razonamiento o vacío en la lógica puede ser fácilmente descubierto si la estructura es seguida estrictamente. Así, *la estructura de una tesis es diseñada para hacer cumplir la lógica y el rigor científico y facilitar su lectura*. Si se sigue la estructura, se puede asegurar que se está diciendo la historia en el orden correcto. ¿Pero qué es exactamente la historia?

1.3 La hipótesis fortalece a la tesis

La hipótesis es del todo importante. Es la *cimentación de la tesis*. Le da coherencia y propósito a la tesis. Regresando un poco a la *introducción*, en que se revisa el

significado y etimología de esta palabra; es difícil captar el significado de la hipótesis; los siguientes comentarios pueden ayudar a comprenderla:

- La hipótesis define el objetivo de un experimento; que si algo fuera comprobable, pero aún no probado fuera sin duda cierto, se podría esperar hacer ciertas observaciones y mediciones.
- Una hipótesis es una idea preconcebida de *qué puede ser cierto* en la forma de una declaración con consecuencias deducibles verificables.
- La hipótesis es la forma larval de las teorías.
- En cada experimento, debe haber algún punto de vista, alguna anticipación de un principio que debe ser establecido o rechazado; tales anticipaciones son las hipótesis.

En efecto, el gran filósofo francés, Claude Bernard, escribió:

Una hipótesis es, . . . el punto obligado de partida de todo experimento razonable. Sin esto, no sería posible la investigación y no se aprendería nada: se podría sólo apilar en forma estéril a las observaciones. Experimentar sin una idea preconcebida es vagar sin ningún objetivo.

La hipótesis debe atacar los hechos conocidos y ser factible de ensayar. Para cumplir con lo primero, se debe indagar en la literatura. Para cumplir con lo segundo, se debe hacer el experimento. Esto es, porque la hipótesis es central en la investigación.

Si se leyera con cuidado el experimento de Michelson-Morley, se entendería que cuando la hipótesis y el experimento están en conflicto, prevalece el experimento y falla la hipótesis. Si un experimento prueba que la hipótesis es incorrecta, entonces es errónea y no es atractiva. Además, la falla de una hipótesis puede conducir a un replanteamiento de suposiciones, refutación de teorías poco firmes, y luego a un nuevo conocimiento, como sucede en este caso.

1.4 ¿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 hipótesis¹: *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.

¹ En general, un enunciado (o conjunto de enunciados) que puede ser puesto a prueba, atestiguado y confirmado sólo indirectamente, o sea a través de sus consecuencias.

2 Sustancia

2.1 Comenzar en el principio²: guardar notas

El contenido de la tesis debe ser continuamente reunido durante el periodo del proyecto/investigación. Recordar esto y guardar bien claro en la *libreta de anotaciones*. Se puede permitir ser prolijo y repetitivo, porque no se quiere perder lo que se puede necesitar más tarde. Como es una actividad de anotación de lo experimentado y observar; sólo requiere de fidelidad; no hay corrección.

Michael Faraday fue un científico experimental por excelencia. Su diario de investigación puede servir muy bien como modelo para una libreta de anotaciones. Por ejemplo, en un volumen de sus diarios, tiene anotado lo siguiente:

- *Dibujos hechos a pulso de experimentos estructurados*. Se debe hacer lo mismo, los dibujos en tu libreta de anotaciones no necesitan ser de arte: deben ser guardados para la tesis.
- La exacta descripción de lo que *cree* lo *percibe*: aún *fundido totalmente de electricidad*. Las itálicas son de él. Hoy se podría sonreír si cualquiera hablara de fundir electricidad, pero recordar que son las observaciones de un científico pionero. No se debe tener miedo de anotar las *percepciones exactamente*.
- Se pregunta a si mismo: *¿puede la inducción tener lugar en curvas o rodear una esquina?* Tales preguntas sirven para aclarar las propias ideas y dirigir más lejos el trabajo.

En resumen, la libreta de anotaciones es donde se *anotan las ideas, percepciones y mediciones, usando palabras, números y figuras, como cuando se les imagina y aún están frescas en la mente*.

Se debe diseñar el experimento de manera que un experimento tenga sólo una hipótesis.

Asumiendo que un experimento va bien, el espectro de la escritura se supera, y comienza a parecer una tesis. ¿Cómo se hace?

En las siguientes secciones, se sugieren varias directrices para escribir bien, siguiendo las asesorías de algunos profesores en cómo escribir una buena tesis.

² *Comienza en el principio, dijo el Rey gravemente, y luego vienes al final: luego paras. Alicia en el País de las Maravillas de Lewis Carroll.*

2.2 Escribir con la lectura en mente

Toda comunicación involucra a dos partes: el que envía el mensaje y el que lo recibe; en comunicación escrita, ellos son el que escribe y el que lee. Si se escribe *con la lectura en mente*, es más probable comunicarse con éxito. Para fijar este concepto en la mente, se pueden introducir dos analogías de la ingeniería eléctrica que *debe* ser familiar.

1. El teorema de la transferencia de máxima potencia. La transferencia de potencia de una fuente a una carga, es máxima si la impedancia de la carga es el complejo conjugado de la impedancia de la fuente (ver figura 1). La equivalencia de las impedancias de la *carga* y de la *fente*

El acompañamiento de las impedancias de la *fente* y de la *carga* en una transferencia de máxima potencia, es análogo al acompañamiento de las *técnicas del escritor* con las *expectativas del lector* para que ocurra un *máximo de comunicación*.

2. No hay *reflexiones* sobre un ideal, pérdida de la línea de transmisión si es terminada con una carga que es igual a las *características de impedancia* de la línea de transmisión. Las *reflexiones* al final de la línea de transmisión son como la *confusión* de los lectores en que la intención del escritor es comunicar; tal confusión es minimizada otra vez por el acompañamiento *de lo que espera el lector con lo que aporta el escritor*.

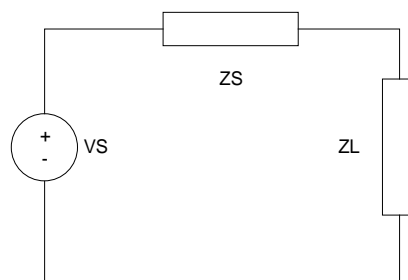


Figura 1 La máxima potencia es transferida de la fuente VS si la impedancia de la carga ZL es el complejo conjugado de la impedancia de la fuente ZS, por ejemplo, si $ZL=ZS^*$

Gopen y Swan³ han escrito un excelente artículo introduciendo el método científico a la escritura científica. Reclaman que los lectores tienen ciertas expectativas acerca de *qué encontrar* y *cuándo*, cada vez que leen una oración. Si el escritor asocia estas expectativas, la comunicación tiene lugar fácilmente; de otra manera resulta en confusión o mala interpretación. Exhortan al escritor a *escribir para asociar con las expectativas del lector*. El lector no debe desperdiciar el esfuerzo para *entender la sustancia* de la escritura, *suponiendo* que el escritor *promete un significado*. Aunque advierten que *no hay un algoritmo para la buena escritura*, aportan una guía de siete directrices:

1. Llevar un curso de gramática tan pronto como sea posible.
2. Colocar en la posición de importancia (posición de tensión) la *información nueva* que se desea leer para enfatizar en la mente.
3. Colocar la persona o cosa cuya historia será contada, al principio de una oración.
4. Colocar apropiadamente *información vieja* (material ya discutido) en la posición de aportar *conexión* con lo que va antes y *contexto* para lo que va después.
5. hacer clara la acción de cada oración en su verbo.
6. Proveer contexto para el lector antes de preguntar si se considera nueva.
7. Acompañar el énfasis de transportar por la *sustancia* con el énfasis anticipado por el lector de la *estructura*.

En resumen, asociar las expectativas del lector construyendo oraciones diestramente. *Guiar al lector de lo conocido a lo desconocido*. Escribir con el lector en mente: este es usualmente el examinador, sin olvidar que un estudiante va a continuar el proyecto el año próximo. Si la tesis no está suficientemente limpia, se puede condenar a repetir el trabajo antes de avanzar, perdiendo tiempo en el proceso.

³ Ver anexo 1

George D. Gopen y Judith A. Swan, *The Science of Scientific Writing*, American Scientist.

2.3 Pensar-Planear-Escribir-Revisar⁴

Pensar. Planear. Escribir. Revisar. Este es el ciclo defendido por Barrass en un corto pero muy usual libro de escritura científica. Un pensamiento desordenado conduce a una escritura desordenada: algo revuelto, no atrayente. Se piensa y planea antes de escribir y revisar.

La escritura no es un proceso lineal, pero es cíclico. Lo que aparece primero puede escribirse después, con el beneficio de la retrospectiva. Pero, donde no hay un comienzo: ¿cómo vas a revisar y cuántas veces? De entrada, se debe escuchar a la experiencia.

2.4 Los aforismos de Attikiouzel⁵

1. *Comenzar escribiendo desde un inicio.* No retrasar la escritura hasta que se haya terminado el proyecto/investigación. Escribir y terminar un *reporte técnico como y cuando se termina cada grano de oro* de trabajo. De esta manera, se recuerda todo lo que se ha documentado y cuando aún está fresco en la memoria. Esto es especialmente así, si el trabajo también se ha programado.
2. *Marcar los errores desde un principio.* Un *reporte técnico* bien escrito puede forzar a pensar en lo que se debe hacer, *antes* de moverse en otra dirección. Si algo está mal, se puede detectar y puede corregirse fácilmente, más que tener que luego revisar más tarde, cuando se está presionado por el tiempo y se habrá perdido en retocarlo.
3. *Escribir la tesis al revés.* Iniciar con los capítulos del propio trabajo experimental. Se puede desarrollar confianza escribiéndolos porque se conoce el trabajo más que cualquier otro. Sólo uno puede vencer la inercia inicial, y moverse a los otros capítulos.
4. *terminar con un golpe no con un quejido.* Encontrar las cosas primero y guarda lo mejor para el último. Las primeras impresiones y las últimas persisten. Arreglar los capítulos de manera que los primeros y los últimos sean los más sólidos.
5. *Escribir la introducción después de escribir las conclusiones.* El examinador puede leer primero la introducción y luego las conclusiones, ver si las promesas

⁴ Barrass, Robert. *Scientists Must Write: A Guide to Better Writing for Scientists, Engineers and Students* (Recurso electrónico en línea).

⁵ Attikiouzel, yianni. *Writing the PhD Thesis*

se cumplen por completo después. Asegurar que la introducción y las conclusiones concuerden al 100 %.

6. *Ningún hombre es una isla*⁶. La revisión crítica de la literatura coloca al
7. trabajo en contexto. Usualmente, un tercio de las tesis se basa en otros trabajos, dos tercios, los hace uno mismo. Después de una meticulosa revisión de literatura, el candidato debe ser hábil para identificar las principales investigaciones en el campo y hacer una sólida propuesta para la investigación.
8. *Estimar el tiempo para escribir la tesis y luego multiplicar por tres para hacer una correcta estimación*. Escribir presionado es muy demandante y es fácil subestimar el tiempo requerido para ello; se debe inflar el tiempo estimado y por tres es más real.

2.5 Leyes de Lindsay⁷

1. La investigación termina sólo cuando está escrita. Lo que se escribe debe *comunicarse y persuadir*.
2. Las marcas distintivas de la escritura científica son: *precisión, claridad y brevedad, en este orden*.
3. Intentar escribir como si se estuviera hablando a alguien: *ver a la cara*. De esta manera se puede decir clara y directamente.
4. Escribir (los capítulos) en cuatro corrientes:
 - (a) primero: poniendo juntos los hechos
 - (b) segundo: revisando la coherencia y fluidez de las ideas
 - (c) tercero: legibilidad
 - (d) cuarto: redacción
5. La introducción debe personificar a (unir) la hipótesis. El lector encuentra una hipótesis claramente expresada en el esqueleto de la tesis sobre la cual puede colgar todo para ser presentada más tarde.
6. El alcance y el énfasis de la Revisión de Literatura debe ser directamente relevante en la materia de la tesis.

⁶ *Ningún hombre es una isla, cada hombre es una pieza del continente, una parte de lo principal: si un terrón es arrastrado desde aquí por el mar, Europa es el menos, así como un promontorio, así como una casa solariega de amigos, la muerte de cualquier hombre me disminuye, porque estoy involucrado en la humanidad y entonces nunca enviaré a preguntar por quien doblan las campanas, doblan por ti*. John Donne. Meditation XVII.

⁷ Lindsay, David. *Writing and Publishing in Scientific Journals*. The University of Western Australia.

7. Incluir un capítulo que presente todos los detalles experimentales que sean comunes a todos los capítulos de experimentación. Se evita la repetición y mejora la fluidez de la presentación de los resultados experimentales en los distintos capítulos, sin distracciones y metodologías tediosas.
8. Los resultados deben ser colocados en detalle en capítulos individuales. Donde varios experimentos relacionados están agrupados en un solo capítulo, es preferible presentar esta secuencia individualmente para cada experimento pero concluir con una discusión. Esto permite fusionar los experimentos y unificar el capítulo.
9. La Discusión General o Conclusiones integran la tesis entera y presentan sus principales puntos en un lugar. Esto debe ser hecho en el contexto de unificar la hipótesis de la tesis. La introducción y estos capítulos junto con el Resumen o Abstract son las partes más importantes de la tesis.

2.6 Los consejos de Hartmann⁸

Abajo se listan los consejos para la escritura de la tesis, surgida de un grupo de discusión.

1. *Título*. El título debe ser sucinto, centrado y con un objetivo, y si es posible con el alcance de la tesis.
2. *Resumen*. Los examinadores encuentran aquí si es o no un nuevo conocimiento, y cuál es.
3. *Introducción*. Recordar que las páginas de introducción son importantes porque crean la primera y quizás la última impresión sobre el examinador. Usar diagramas de flujo, capítulos, sub capítulos, etc, para mantener el interés.
4. *Revisión de la Literatura*. Este puede ser la *síntesis crítica* del estado del arte. Especialmente importantes son las áreas que necesitan más investigación: que no han sido hechas, así como las ya hechas, pero para las que hay conflicto en la literatura. El examinador encuentra *cómo piensa el candidato* cuando lee esta sección.
5. *La prueba de hipótesis*. La hipótesis debe ser estructurada cuidadosamente y los experimentos pensados en función de la prueba.

⁸ Hartmann, P.; Fraser, R.; Maddern, P. *The Characteristics of a Good Thesis*. The University of Western Australia.

6. *Materiales y Métodos*. Asegurar su propio control de calidad y análisis estadístico. Retener suficientes detalles que permitan la repetición de experimentos por siete años, como se requiere legalmente.
7. *Discusión General o Conclusiones*. Aquí se deben tener los recursos para ser especulativo.
8. Los examinadores deben hacer las siguientes preguntas cuando leen una tesis:
 - ¿Tiene el estudiante todas las lecturas de las referencias?
 - ¿Qué preguntas plantea la tesis?
 - ¿Qué riqueza contiene, que pueda producir otro trabajo?
 - ¿Cuál es la calidad del flujo de ideas?
9. Tener en mente que los examinadores leen la tesis en plazos y muestran una *benevolencia natural*. Por ejemplo, ellos no leen la tesis con el objetivo de reprobar al estudiante.
10. Leer la tesis entera para marcar una repetición.
11. Leer la tesis por *ideas* y leer otra vez por la *redacción*.

2.7 Remendar el primer borrador

De acuerdo a la primera ley de Newton, *comenzar algo nuevo* es difícil porque debe vencer a la inercia⁹. Escribir una tesis desde cero no es la excepción. Esto es porque se sugiere que se comienza por escribir la tesis *antes* de saber escribirla: por captura de notas de tu *libreta de notas* y por escribir un *Reporte Técnico* cuando se termina cada módulo de trabajo.

Emplear en todo lo que se escriba, técnicas confortables y familiares. Si, por ejemplo, si se quiere anotar *puntos* antes de formalmente confiar en las ideas, hacerlo así por todos los medios. Si se tienen que usar *mapas mentales*¹⁰ en la técnica de estudio, se puede aplicar para escribir la tesis también. De todos los recursos o técnicas que se han empleado, utilizar alguna para la tesis.

Se está familiarizado con la estructura de la tesis completa y con cada capítulo de experimentos, se tienen así los beneficios de los consejos de la experiencia de los profesores.

⁹ Se tiene la licencia pedagógica para extrapolar las leyes de Newton, de la física a lo mental.

¹⁰ Buzan, Tony; Buzan, Barry. *The Mind Map Book*. 1996.

2.8 Los capítulos de experimentos

Cada uno de estos debe estar muy claro y centrado. La idea de lo que se quiere decir. *Escoger y presentar solo aquellos resultados que son relevantes para la hipótesis.* Un laberinto de resultados no iluminados por la hipótesis y sin adornos para una discusión, es insultante para el lector.

Las secciones del capítulo deben seguir el diagrama experimental de la figura 2. Establecer claramente la hipótesis. Indicar todas las suposiciones. Incluir suficiente información acerca de los materiales y métodos para permitir que otra persona repita el experimento. Relegar los tediosos pero necesarios detalles a un apéndice, para que no haya interrupciones en el flujo de ideas de la presentación.

Si se selecciona algún *número mágico* de los programas, o alguna condición específica del experimento que no puede ser aparente al lector, *explicar* las razones para la selección.

No mezclar materiales y métodos con los resultados. Ellos son bastante distintos en la figura 2. Es costumbre describir los métodos antes de los materiales. Por ejemplo, Se puede describir el algoritmo antes de dar los detalles acerca de los datos sobre los cuales se ha desarrollado y probado. Usar la información de los encabezados. Si se usa un método que tiene que estar documentado en la literatura, no describirlo por completo; describir brevemente o no todo, y dar una referencia.

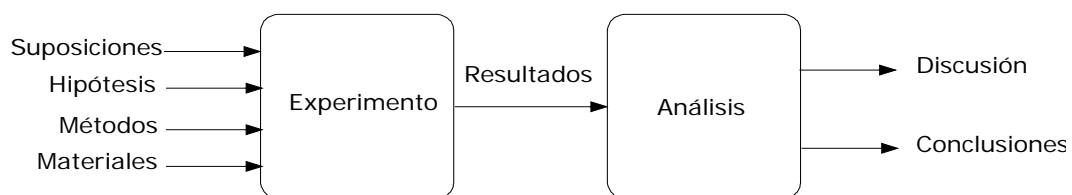


Figura 2 El diagrama ilustra las relaciones entre los elementos del proceso experimental¹¹

Cuándo presentar los resultados en una tabla y cuándo mostrarlos en una gráfica es discutido más adelante.

¹¹ No se entremezclan los resultados con los materiales y/o los métodos. Resisten la tentación de condimentar los resultados con una discusión.

Si los resultados no llevan a lo desconocido y lo inesperado, se debe plantear la pregunta si los resultados están bien o si la hipótesis así como la estructura, están en primer lugar. Si los resultados no son buenos, si no dicen nada nuevo, no arrojan ninguna luz a lo desconocido y llevan a no sentir la excitación o un nuevo conocimiento, se debe regresar y pensar cuidadosamente acerca de lo que hay que hacer. Puede ayudar una discusión con el supervisor.

No presentar resultados cronológicamente, presentarlos lógicamente.

Adoptar una nomenclatura estándar para todos los capítulos e introducir esto en un lugar, de preferencia en un capítulo que preceda al trabajo experimental y titulado *Métodos y materiales comunes, o Estructura experimental y notación, o algo similar.*

No cambiar los símbolos y su significado, esto puede irritar al lector.

Revisar todos los hechos y resultados, al menos una vez, o ambos si es posible.

Usar unidades S. I.¹² y de preferencia abreviadas. No es profesional escribir 75 mhz cuando significa 75 MHz. Dejar un espacio en blanco entre el número y las unidades del S. I. y no hacer un alto completo después de la abreviatura, a menos que termine la oración.

Presentar los resultados de la discusión separadamente. Hay una tendencia a mezclar un hecho y la opinión. El trabajo debe ser fácil de entender si los resultados (mediciones, observaciones, percepciones) son separados de la discusión (inferencias, opiniones, conjeturas).

La sección de discusión de los capítulos de experimentos es donde se puede adicionar algo al trabajo. Es donde se comentan los resultados. ¿Cuál es la razón de ser? ¿Qué significado se puede extraer de ellos? ¿Están de acuerdo con la teoría aceptada? ¿Qué significan con respecto a la hipótesis? ¿Los resultados sostienen a las suposiciones? ¿Qué significan con respecto a la hipótesis? ¿Cómo se trata a la inconsistencia en los resultados? ¿Se puede contar con ellos? ¿Sugieren un revisión de la hipótesis? ¿Cuáles son las limitaciones de la metodología? ¿Cómo hacer que los resultados sean apropiados para otros trabajos en ese campo? ¿Qué trabajo adicional se puede sugerir?

¹² Sistema Internacional de Unidades.

En toda la tesis, y especialmente en los capítulos de experimentos, *no debe haber vacíos en el flujo de la lógica*. Tener en cuenta los eslabones de la cadena. Cada eslabón está conectado a otros dos eslabones: uno antes y otros después. La ausencia de cualquiera de ellos es una debilidad. La ausencia de ambos significa que no hay cadena.

2.9 La revisión de literatura

La revisión de la literatura es el telón de fondo en el cual se presenta el trabajo de tesis. Se debe ser selectivo, pero suficientemente sustancial para lograr el mérito de que el trabajo sea juzgado en relación a lo que es conocido. Es especialmente crítico para la tesis doctoral, donde se reclama la originalidad que debe ser defendida y además debe ser una revisión crítica, especialmente en el área específica de investigación. Se debe capturar la esencia del conocimiento existente y preguntarse críticamente las cuestiones que interesan y las inconsistencias. Es vital para justificar la hipótesis, la cual debe ser consistente con lo que es conocido. Si se presenta la revisión objetivamente, pero selectivamente, de manera que no parezca un capítulo extraño, pero si surge a lo largo de la tesis, estará bien hecha.

2.10 La introducción y conclusiones

La introducción es donde se *impulsa suavemente* al lector en el trabajo descrito en la tesis. *Se conduce al lector de lo conocido a lo desconocido*. Establece la hipótesis claramente. Aporta un previo de la tesis, globalmente y capítulo por capítulo. La introducción hace su trabajo si se tiene capturada la curiosidad y el interés del lector en este primer capítulo.

Las conclusiones registran el poder del pensamiento científico. Se tiene que unir todo lo hecho antes con un *hilo de perspectiva unificada*. Aquí es donde se dice porqué es una buena idea y se presentan evidencias del trabajo para apoyar la idea. El destino de la hipótesis se revela aquí: ¿está de pié, cae o requiere modificación?

Se debe comparar brevemente el trabajo con otros, presentando todo el conocimiento nuevo que se ha ganado en el trabajo y sugerir que puede generarse nuevo conocimiento.

Las conclusiones deben dar sentido completo a la tesis, y dar al lector alguna satisfacción por el tiempo empleado y que no ha sido en vano.

La introducción se escribe *después* de que se han escrito las conclusiones.

2.11 Eslabonar los capítulos

Mientras se escribe la tesis, se puede recordar de repente que una idea en el capítulo 3 necesita vincularse con el capítulo 5, etc. Esto es saludable porque significa que se está integrando el trabajo y mentalmente se observa completa. Esta vinculación hacia adelante y hacia atrás, le da continuidad. Se puede tomar una pila de páginas, una de cada capítulo, donde se puede escribir este memorando, *cómo y cuándo ocurren*. Como se termina escribiendo cada capítulo, se revisa para ese capítulo y se asegura que no se haya olvidado nada.

2.12 El resumen

El resumen o abstracto es tal vez la parte más difícil de escribir. No se debe intentar escribirlo primero: se pierde tiempo. Se debe escribir al último. Entonces se tiene un sentir de lo que dice la tesis: un vistazo a vuelo de pájaro para hablar, de lo que se carecía antes, escribiendo los capítulos experimentales o la revisión de literatura. *La perspectiva unificada es vital para escribir el resumen.*

El siguiente ejercicio es muy útil para centrar la mente en cuál es el punto de una tesis. Intentar condensar la tesis en:

- una palabra;
- una línea;
- una oración;
- una frase;
- una página
- un capítulo

Éste método es algo como preguntar a un hombre muriendo, por un mensaje: puede decir sólo lo más importante. Se inicia con el nivel más *comprimido* y se avanza con calma en las restricciones sobre el número de palabras para alcanzar el nivel de detalle. En alguna parte, se deben escribir una o dos páginas del abstracto, resumiendo la tesis adecuadamente. Esta es una manera de destilar qué es

importante de lo que se tiene escrito¹³. Si no se está en este proceso, es injusto y riesgoso que el examinador lo haga por uno.

2.13 Escribir otras partes de la tesis

El título debe estar más cerca de ser demasiado largo no demasiado corto. Debe enfocarse y ser interesante. Debe incluir las palabras clave que pueden usarse para describir el trabajo en un informe de investigación o en una tesis. Se debe intentar utilizar más verbos que una larga lista de nombres.

Los reconocimientos deben incluir fuentes de apoyo financiero, todos aquellos a los que se les ha pedido ayuda y todos aquellos cuyo trabajo tiene que ver directamente con la tesis.

La bibliografía debe contener sólo aquellas referencias que se han leído. Citar un artículo que no se ha leído es engañoso y peligroso. En tesis de ingeniería, las referencias son usualmente citadas con un número, en orden de cita.

Algunas veces, puede ser necesario desviarse del tema, para explicar algo, especialmente para completar. Por ejemplo, puede ser algún detalle experimental, un método analítico, un programa, etc., que no es el tema central, pero cuya exclusión puede hacer que la tesis parezca incompleta. Incluir esto en el apéndice. Más aún, no incluir un apéndice solo para extender el tamaño de la tesis o para impresionar al director. Es muy probable que se pueda ignorar ese material y destacar la tesis.

2.14 Puliendo la tesis

Significa el análisis de cómo y cuándo cada capítulo es escrito, leído y entendido, poniendo atención al flujo de la lógica y al sentido de continuidad. Entonces se vuelve a leer, poniendo atención esta vez a qué tan comprensible es. Finalmente, se lee y solo se pone atención a la ortografía, gramática, tipografía, colocación de las ilustraciones, etc. En estas tres etapas, se deben evaluar los capítulos por su estructura, sustancia y estilo (ver sección 4).

En cada lectura, revisar la tesis como si se fuera a apropiar.

¹³ El abstracto no es un resumen de los contenidos enteros de la tesis, sólo son los *puntos salientes*, incluyendo el *principal hallazgo y las conclusiones*.

Cuando todos los capítulos estén en su lugar, leerla de nuevo, poniendo atención esta vez a todo el entendimiento, coherencia, comprensibilidad y presentación.

Ir con el revisor, y quienquiera que parezca apropiado, para leer y criticar el borrador de la tesis. Una tesis bien escrita es como un mueble bien pulido: su elegancia indica su valor.

2.15 El elemento tiempo

Es muy fácil subestimar el tiempo para planear, escribir y revisar la tesis. Como guía general, este tiempo es de uno a tres meses para una tesis de maestría y al menos de seis meses para una de doctorado. Como otra regla, se multiplica por tres la estimación inicial para llegar a un tiempo más real.

La tarea de la escritura puede no alargarse si se escribe como se sugiere en esta guía.

Aunque no haya retrasos, existe una aversión a la escritura. Recordar que la escritura es una parte integral del proyecto de investigación. Schroeder¹⁴ hace un análisis interesante, usando un modelo similar, de cómo *un largo trabajo de un proyecto sin concluir, hace más remota la terminación en la fecha esperada.*

Este párrafo está más dirigido a estudiantes de doctorado. El periodo de escritura es cuando se es más vulnerable: la emoción de la investigación está atrás, la erudición está fuera de lo que se puede tener, hay presión financiera y se puede tener que trabajar y hacer la tesis. También puede ser atractivo un trabajo que desvíe la atención. No hay que perder la motivación durante este periodo difícil. Perderla es una de las maneras en que se pierde un doctorado. Escribirla será significativo en el resto de la vida.

2.16 Qué hacer y qué no hacer en Ciencias e Ingeniería

- Guardar las notas y apuntes.
- Hacer trabajo sistemático.
- No reclamar precisión en donde no se justifica.
- No presentar una conjetura como un hecho.
- No plagiar.
- No falsificar ni manipular datos.

¹⁴ Schroeder, Manfred. *Fractals, Chaos, Power Laws. Minutes from an Infinite Paradise*

3 Estilo: Idioma

3.1 El oficio de escribir buen español

Escribir en buen español es un oficio. Esto se puede aprender leyendo y aún más escribiendo. Se debe desarrollar un *estilo* propio: no se puede enseñar o legarse. Ayuda leer libros dedicados a la materia, pero ayuda más leer libros de buena escritura. Se recomiendan los libros del químico Peter Atkins¹⁵ y del biofísico Harold Morowitz¹⁶ el cual populariza a la ciencia. Estos autores han demostrado cómo es posible presentar la ciencia en forma simple, correcta y atractiva.

Conforme se avanza en el propio estilo, se desarrolla retroalimentación que puede decir cuando el ritmo y la estructura son correctos y cuando se necesita revisión.

Leer lo que se escribe, lenta y cuidadosamente. *Si se da marcha atrás por cualquier razón, revisar lo que se tiene escrito.* Esto puede ser por una mala estructura, por puntuación excesiva, oraciones largas, pobreza de ideas, o una desafortunada selección de palabras. Todo lo que la causa, tener el problema de revisarlo: si se tropieza con la escritura, también se tropieza con la lectura. La menor cortesía que se puede tener con un lector, es la de revisar la escritura. *Los verbos son palabras de acción.* Ellos infunden vida y significado a la escritura. Una larga lista de nombres le resta vida; proyectar un verbo le adiciona centelleo.

Estilo y sustancia se entrelazan. Dice *claramente* porqué un lector ocupado, debe dar su tiempo y atención, cuando muchos claman por ello, y lo dice *temprano*. Se piensa en la escritura como un alambre tensado conectado al lector. Si cualquier cosa le parece vieja al lector, el alambre tendrá holgura y se habrá perdido al lector por aburrimiento o peor, se dormirá. Si se dice algo nuevo y no ligado con algo que el lector conoce, el alambre está tenso y puede romperse en cualquier punto. Otra vez se pierde al lector, pero ahora por incompreensión. La monotonía guía al aburrimiento; lo impredecible a la confusión. Se tiene obligación de crear dudas en el lector, pero no frustrarlo, atraerlo pero no confundirlo, comfortable pero no aburrido.

¹⁵ Atkins, Peter. *Molecules*. Scientific American Library. 1984

¹⁶ Morowitz, Harold. *Entropy and the Magic Flute*. Oxford University Press. 1993

Las secciones que siguen se dedican a clarificar lo que un buen científico escribe y cómo hacerlo.

3.2 Ambigüedad y claridad

La ambigüedad tiene su lugar. La novela *El Despertar de Finnegan*, del gran escritor irlandés James Joyce, fue publicada en 1939. Comenzando con el título, la novela se presta a varias interpretaciones. Sin duda, Joyce fue reclamado por esta obra . . . *podría tener ocupados a los profesores por siglos* y esto es en efecto uno de sus méritos. Ha probado que es una rica fuente de significados y que hay al menos un libro interpretativo con sabor científico, que tiene un capítulo intitulado *El Despertar de Finnegan: La Complejidad de la Vida Artificial*.

La escritura científica, sin embargo, no debe ser ambigua y las tesis de ingeniería no son la excepción. Deben comunicar clara¹⁷, precisa y brevemente. Decir qué se hizo; cómo se hizo; porqué se hizo, etc., siguiendo la guía de Gopen y Swan del anexo 1, para minimizar la posibilidad de ambigüedad y mala interpretación.

3.3 Precisión

La ciencia se distingue como un campo de esfuerzo intelectual. Es vital en el trabajo cuantitativo. La precisión permite que el trabajo sea repetido por otros para verificación y extensión. La vaguedad escondida en frases como “completamente pequeño” o “una considerable longitud” etc. Hay que evitarlos. Pueden manchar la escritura y el trabajo.

La precisión, la exactitud y el error experimental son una tríada inseparable. Se debe conocer como difieren y porque se relacionan. La precisión está relacionada con la *resolución* de mediciones; la exactitud a la fidelidad con la verdad; y el error con la *desviación* de la verdad. Todas las mediciones personifican errores, limitados por la técnica, instrumentación u otros factores.

No se registra una medida del voltaje, por ejemplo, con cinco decimales sólo porque un voltímetro muestra muchos decimales en pantalla. Generalmente, si se mide voltaje como el citado como 5 v, significa que el valor puede tener un error de *al menos la mitad del dígito significativo*, entonces el valor real miente dentro del intervalo 5 ± 0.5 v. Otras convenciones usadas para establecer resultados

¹⁷ Aquellos que piensan que el inglés es un segundo idioma, equivocadamente piensan que el buen inglés debe ser complicado. Esto no es cierto. El buen inglés es claro y fácil de leer y entender. La regla cardinal es *guardar lo simple*.

experimentales son: $(u) \pm \sigma_U$ y $(u) \pm 3\sigma_U$ donde u es la media de una serie de medidas de voltaje, y σ_U es la desviación estándar. Se debe establecer la convención a utilizar en toda la tesis.

3.4 Brevedad

Cada quien se identifica con la información con la que puede arreglárselas, con lo que puede digerir. El lector de una tesis no es la excepción. Como una cortesía al lector, hay que ser breve. La repetición frustra al lector hábil. Sin embargo, la brevedad no debe ser a costa de la claridad o la precisión. *Evitar decir la misma cosa, excepto por elección.* Se debe renunciar a expresiones como *en orden de*, *como resultado de*, etc. Cuando se revisa la tesis, se intenta borrar frases y expresiones que son *llenadoras*; en muchos casos, lo que queda, puede ser más claro y leerse mejor.

El uso de acrónimos es conveniente y con frecuencia es inevitable en la escritura especializada. Algunos acrónimos como *laser*¹⁸ se atrincheran en el lenguaje común. Sin embargo, son atractivas para los estudiantes: pueden ser usados para publicidad de la erudición del escritor o para separar lo conocido de lo ignorado. El uso de acrónimos mejor evitarlo, o puede dirigir a su proliferación, la cual destruye la legibilidad y sacrifica claridad por brevedad.

3.5 Ejemplos de lo que hay que evitar

Lindsay aporta 10 categorías de expresiones difíciles de manejar que deben ser evitadas en la escritura científica o en una tesis. Estas se resumen (usando ejemplos):

1. *Grupos de sustantivos.* Cuando se agrupan, todos los sustantivos excepto el último adjetivo. Evitar expresiones como *supresión química de la cicatrización* y decir en cambio, *supresión del cicatrizado por químicos*, o *supresión del cicatrizado químico* o todo lo que de otro modo sea deliberadamente para el significado. Usar proposiciones que hagan claro el significado.
2. *Cláusulas adjetivas.* A cambio de *una innovación basada en el retorno o inversión de la cultura* decir *una cultura de innovación basada en el retorno de la inversión* o todo lo que realmente signifique decir. De nuevo, usar proposiciones que la hagan más clara, aún si esta es muy larga.

¹⁸ Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

3. *Subordinar cláusulas desde el principio.* Evitar comenzar con oraciones con estructuras como *a pesar del hecho que . . . , a pesar de esto, el hecho es que . .*
4. *Sustantivos en lugar de los verbos de donde derivan.* Evitar escribir *Registro de índices de pulsos fueron hechos*; en lugar de *Índices de pulsos fueron registrados*. Se ha mejorado la oración original de tres maneras. Se tiene:
 - (a) reemplazar el verbo original imitación *hecho* con el verbo genuino *registrado*;
 - (b) Acortar la oración; y
 - (c) Afinar el impacto.
5. *Uso de verbos llenadores.* No escribir *conducimos un estudio de los compuestos del grupo III- V* en cambio de, *estudiamos los compuestos del grupo III-V*. La segunda oración tiene seis palabras; la primera nueve. Otra vez, un verbo imitación debe ser reemplazado con un verbo genuino y la oración debe ser acortada y fortalecida. Ejemplos de construcciones con verbos imitación que deben ser evitados son *estar presente, para ocurrir, para realizar, para obtener, etc.*
6. *Usar la voz pasiva más que la voz activa.* La voz pasiva es apropiada cuando el de la acción es desconocido o irrelevante. De otra manera, la voz pasiva prolonga y debilita la oración, mientras que la voz activa es directa, sucinta y más fuerte. Comparar: *los pacientes fueron observados por dos personas para observar comportamiento anormal* con: *dos personas observaron a los pacientes*
7. *El uso de palabras imprecisas.* No deben usarse palabras como *completamente, alguno, considerable, un gran trato, etc.* en escritura científica. Es impreciso y no es amable para el lector. Ser cuantitativo: se está escribiendo una tesis de ingeniería. Algunas veces, se puede evitar la precisión numérica por alguna razón convincente. Si se quiere evitar escribir *cincuenta y dos por ciento de las imágenes fueron correctamente clasificadas*, no decir *la mayoría de las imágenes fueron correctamente clasificadas*, pero se puede decir *ligeramente, sobre la mitad de las imágenes fueron correctamente clasificadas*.
8. *Usar proposiciones compuestas.* En debates y en política se usan expresiones como *en el caso de, con respecto a, etc.*, usualmente para ganar tiempo de una respuesta propia durante un debate o una conferencia de prensa. Tales

expresiones diluyen la fuerza de una declaración simple y directa; no tienen cabida en una tesis.

9. *Negativas múltiples.* Una negación doble, cuando se usa cuidadosamente, tiene impacto o lleva justo al significado. Negativas múltiples, no. Sirven sólo para confundir y podrían evitarse. ¿Qué hace *no irrazonablemente ineficiente* realmente significativo? En cualquier momento se puede causar que el lector de marcha atrás o haga pausa mental para tener un significado. (recordar las reflexiones sobre las líneas de transmisión en la sección 3)
10. *Abreviaciones no familiares y símbolos.* Usar palabras que estén en el Sistema Internacional de Unidades.

3.6 Puntuación

Una buena puntuación hace fácil la lectura. Una manera simple de encontrar faltas de puntuación es leer en voz alta lo que se tiene escrito. Cada vez que hay una pausa, se debe agregar un símbolo de puntuación. Existen cuatro símbolos principales, arreglados abajo en orden ascendente de *grado de pausa*:

- *Coma.* Usar la coma indica una pausa corta o artículos separados en una lista. Un par de comas pueden delimitar el principio y fin de una cláusula o frase. A veces esto también se hace con un par de guiones que se imprimen como esto:
-.
- *Punto y coma.* El punto y coma significa una pausa más larga que la coma. Separa segmentos de una oración que son *más apartados* en posición o significado, pero los cuales, sin embargo, están relacionados. Si la idea fuera *cerrar juntos*, una coma se podría usar. Se usa también para separar dos frases que pueden estar en su lugar pero están demasiado cercanas para un punto o un alto completo para intervenir entre ellos.
- *Dos puntos.* Los dos puntos se usan antes de uno o más ejemplos de un concepto, y cuando los artículos están visualmente separados. La oración que introduce la lista termina en dos puntos. Se puede usar para separar dos justamente – pero no totalmente – cláusulas independientes en una oración.
- *Punto final o seguido.* El punto final termina una oración. Si la oración cubre una pregunta o una exclamación, entonces, claro, se termina con un signo de interrogación o con un signo de admiración, respectivamente. El punto final

también es usado para terminar abreviaciones como etc. (para etcétera), por ejemplo (en latín, *e. g. es exempli gratia*), et al. (para *et alia*).

La legibilidad de la escritura se puede mejorar en gran manera si se tiene la preocupación de aprender las reglas básicas de la puntuación dadas en el párrafo de arriba. Para una mejor guía en puntuación, se recomienda la dirección: <http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/lengua/puntuacion/puntua1.html> que es una Guía Rápida de Puntuación.

3.7 El yo/nosotros activo/controversia pasiva

Hay una penetrante confianza acerca de porqué la escritura científica debe ser objetiva, se debe evitar el pronombre de la primera persona del singular *yo*¹⁹. Esta confianza está incrustada en una convicción más profunda: la escritura científica debe ser la voz pasiva, otra vez en el interés de la objetividad, porque el sujeto *yo* es así evitado. Algunos de aquellos que sostienen estos puntos de vista son apasionados. Otros, son menos dogmáticos. Así, qué es aceptable y ¿porqué no?

Al leer los escritos de Faraday, Maxwell y Rayleigh le dieron luz a la materia, y descubrieron lo siguiente:

1. El pronombre de primera persona del singular, *yo*, es usado por ellos libremente cuando se describen experimentos que habían realizado, o donde introdujeron una nueva nomenclatura, o cuando se refieren a sus propias conjeturas o convicciones. Se sospecha que la práctica salta de los tiempos cuando los artículos fueron literariamente leídos en reuniones de sociedades, antes de ser publicados como artículos científicos. El uso del *yo* fue natural y autorizado en este contexto. Ejemplos del uso de *yo*:

Muchos cuerpos son descompuestos directamente por la corriente eléctrica, sus elementos son libres; yo propongo llamarlos electrolitos. El agua, entonces es un electrolito. Michael Faraday.

Recientemente me he dedicado a describir y definir las líneas de fuerza del magnetismo . . . por ejemplo, las líneas indicadas de manera general

¹⁹ El plural, *nosotros* parece más aceptable, tal vez porque hay conexiones reales.

por la disposición de limaduras de acero o pequeñas fuerzas magnéticas, alrededor entre magnetos; . . . Michael Faraday.

He observado esta peculiaridad de mis ojos cuando observo el espectro formado por una larga rendija vertical. Veo una elongada mancha oscura corriendo arriba y abajo en el azul, como si estuviera confinada en la ranura, y siguiendo el movimiento del ojo arriba y abajo del espectro, pero rechazando pasar fuera del azul entre otros colores. James Clerk Maxwell.

Es ahora, creo, generalmente admitido que la luz que recibimos del hielo es debida de una manera u otra, a pequeñas partículas suspendidas, las cuales desvían a la luz de su curso regular. Lord Rayleigh.

2. El pronombre de primera persona del plural, *nosotros*, es usada cuando se establecen hechos, supuestos o resultados; en (matemáticas) pruebas, y especialmente en libros de texto donde es normal un tono didáctico. El uso de *nosotros* transporta la impresión de un diálogo entre escritor y lector: algo de lo que carecía en yo. Aquí algunos ejemplos:

Cuando volvimos al fenómeno de la radiación, entonces obtuvimos aunque nada ponderable pase, todavía las líneas de fuerza tienen una existencia física independiente, de una manera, de radiación del cuerpo, o del cuerpo recibiendo los rayos. Michael Faraday.

Cuando nosotros usamos la frase Líneas de Fuerza es porque tiene que ser usada por Faraday y otros. Estrictamente, sin embargo, estas líneas deben ser llamadas Líneas de Inducción Eléctrica. James Clerk Maxwell.

Nosotros hemos visto que la carga eléctrica en la superficie de un vidrio es atraída por el hule. James Clerk Maxwell.

La simetría también requiere que la intensidad de luz dispersa debe desaparecer por el rayo que puede ser propagado a lo largo del eje; no hay nada para distinguir una dirección transversa al rayo de otro. Tenemos que ir a lo que queremos. Lord Rayleigh.

3. la voz pasiva es usada en libros de texto y para describir hechos, o donde no importa quien haga los experimentos:

También se había producido otro efecto, especialmente por el uso de grandes electrodos, que fueron una consecuencia y una prueba de la solución de parte del gas que lo envolvía. El gas colectado, cuando se examinó, se encontró que tenía pequeñas cantidades de nitrógeno. Esto lo atribuyo a la presencia de aire disuelto en el ácido usado para descomposición. Michael Faraday.

En cada celda, la placa de cobre es colocada horizontalmente en el piso y es vertida sobre ella una solución saturada de sulfato de zinc. James Clerk Maxwell.

Hay dos métodos por los cuales la caída de un resonador puede ser determinada sin el uso de un flujo de aire. Lo más simple, y en muchos casos el método más exacto consiste en sacar el resonador con el dedo u otro martillo de dureza apropiada, y estimar con la ayuda de un monocordio la caída del sonido así producido. . . El otro método es uno con el cual yo tengo experiencia, y en el cual yo confío en que da resultados de exactitud moderada. Consiste en poner el oído en comunicación con el exterior de un resonador, y determinar en qué nota de la escala suena el resonador. Lord Rayleigh.

Es claro que algunos científicos eminentes no vacilan en utilizar el pronombre de primera persona del singular yo para describir lo que hacen, perciben o infieren. Este uso es directo y es preferible a la voz pasiva, especialmente cuando se usa para describir lo que uno mismo dice. Si por modestia, se está incómodo con el pronombre yo, ni modos, usar la voz pasiva, pero no el pronombre de la primera persona del plural *nosotros*, la cual es inapropiada por dos razones:

1. Se está describiendo un trabajo *individual*, más que un trabajo *colectivo* para el cual puede ser apto el *nosotros*.
2. Las normas de la universidad son claras, especialmente para tesis de doctorado, que el trabajo *original* y sus contribuciones debe ser claramente distinguido de otros; de nuevo, el plural podría ser incorrecto cuando se describe este trabajo.

3.8 Ejemplos de buena escritura

Se presentan dos ejemplos de un buen escrito científico con algunos comentarios:

Un átomo es un cuerpo que no puede ser cortado en dos. Una molécula es la porción más pequeña de una sustancia en particular. No pueden ser vistos o manipulados. La ciencia molecular, entonces, es una de estas ramas de estudio las cuales tratan con cosas invisibles e imperceptibles por nuestros sentidos, y que no pueden estar sujetos a un experimento directo. James Clerk Maxwell.

Este es uno de los creadores y fundadores de la teoría cinética de los gases. Son las líneas de apertura de un artículo llamado *Moléculas*, originalmente entregado ante la *Asociación Británica* y publicado en *Nature*, Vol. VIII.

Maxwell utiliza la etimología de la palabra átomo (del griego *atomos*, que significa *no puede ser cortado en dos*) que es más pintoresco y poderoso que la definición de los libros de texto *partícula indivisible y muy pequeña*. Él luego avanzó hacia las moléculas y provocó el interés en lo que estas misteriosas, invisibles, imperceptibles entidades pueden ser. Se da por anticipado que ingeniosos experimentos pueden ser ideados para demostrar la existencia y propiedades de las moléculas. Si se puede atraer al lector hacia un trabajo como este, se ha escrito una buena tesis.

Otro ejemplo:

Una estructura es un arreglo de partículas, tal como los átomos, moléculas o iones. Por ejemplo, un cristal es una estructura definida. Es distinto de un gas, de un líquido, o aún un splodge²⁰ (manchón) de mantequilla, porque estos arreglos de partículas son indefinidos. Visto que en un cristal se puede estar seguro de encontrar una partícula de localización definida relativa a otra, . . . en una menor estructura como el estado de los gases, líquidos, y sólidos amorfos, la localización relativa de partículas son indefinidas. . .

Nosotros podemos resumir estos comentarios (y sembrar la semilla para la generalización) diciendo que las partículas de sólidos cristalinos están

²⁰ El uso de una expresión coloquial como *splodge* es permisible porque se extrae de un libro para popularizar la ciencia.

arreglados coherentemente: las situaciones están correlacionadas. En contraste, los gases (y en una pequeña extensión en líquidos) las situaciones están no correlacionadas. La idea de que la estructura significa coherencia, con cantidades ordenadas de partículas, visto que la carencia de estructura significa incoherencia, con una mezcla de situaciones, ordenadamente captura sólidos como estructuras pero permite gases aunque tengan menos estructura. Peter Atkins.

Este es un ejemplo fino de la conducción del lector de lo conocido a lo desconocido, aumentando progresivamente la complejidad de las ideas. Atkins hace una pintura en palabras, relacionando primero la estructura para tener regularidad. Luego mueve en forma matemática y sutil el concepto de coherencia y la relaciona con la estructura. La última oración resume y liga juntas las tres ideas: estructura, regularidad de posición y coherencia. El paréntesis que establece *sembrar la semilla para la generalización* otra vez guarda el lector con ansiedad esperando que el conejo salga del sombrero.

3.9 Ortografía y gramática

Revisar la gramática de todas las palabras en la tesis, *incluyendo aquellas en la bibliografía*, utilizando un buen manual de gramática. Hay alguna confusión acerca de cual palabra es correcta: *organize* o *organise*. El inglés británico permite ambas.

Si hay errores de gramática en la tesis, los examinadores tienen la impresión de que está pobremente terminada y puede ser rechazada. El tiempo de espera para revisar la gramática y la ortografía vale la pena.

3.10 Estilo: disposición

La composición es la envoltura de la tesis. Una fuente agradable y márgenes adecuados hacen visualmente atractiva a la tesis. La convención es seleccionar una fuente con *serifs* (Times Roman) para el texto principal y una fuente *sans serif* (Helvética) para el texto dentro de diagramas. Todos los títulos de las figuras deben estar en la misma fuente del texto principal, de preferencia de un tamaño más pequeño.

Anexo 1 Redacción clara y concisa

*Lea todos los libros de redacción que desee.
Pero, si no escribe, nunca aprenderá a escribir*

Frank Dickson²¹

Tener en cuenta las siguientes normas:

1. Identificar a los sujetos

Escribir oraciones que hablen sobre algo o sobre alguien. Los sujetos pueden ser conceptos, teorías, instituciones, etc., con tal de que los lectores puedan señalar un “quién” en la oración.

NO ESCRIBIR: Las decisiones relativas al lanzamiento del nuevo producto recaen en los altos ejecutivos.

SINO: Los altos ejecutivos deben decidir sobre el lanzamiento de un nuevo producto.

2. Utilizar verbos para describir acciones

Una acción puede ser un movimiento físico, un proceso mental, un sentimiento, una relación, cualquier cosa con tal de que la oración describa a alguien haciendo algo.

NO ESCRIBIR: la falta de conocimiento sobre el estado de la fábrica impidió una determinación de la efectividad del comité en la tarea de distribución de fondos a las áreas con mayor necesidad de asistencia.

SINO: Como no se sabía nada del estado de la fábrica, no se pudo determinar la efectividad del comité en la distribución de fondos a las áreas más necesitadas.

3. Estructurar la prosa conforme a las expectativas de los lectores

A. Escribir el verbo lo más cerca posible del sujeto y a continuación de éste

B. Cada unidad del discurso (p. ej., frase, cláusula, oración, párrafo, etc.) ha de tener su función exclusiva o expresar una sola idea.

²¹ Iniciador de *General Manager of MicroDesign Resources and Publisher of Microprocessor Report*.

- C. Utilizar la “posición tópica” (esto es, al principio de la oración) para dar al lector perspectiva, conexión y contexto.
- D. Poner en la “posición de énfasis” (esto es, al final de la oración) la información nueva que desea que el lector enfatice.
- E. En general, facilitar contexto antes de pedirle al lector que asimile nuevo material²².
- F. Procurar evitar:
 - 1. Nominalizaciones

Las nominalizaciones son verbos convertidos en nombres. Por ejemplo:

| | | |
|-----------|----|----------------|
| descubrir | en | Descubrimiento |
| mover | en | movimiento |
| fracasar | en | fracaso |

NO ESCRIBIR: Se hizo una revisión de los registros del departamento de personal.

SINO: Se revisaron los registros del departamento de personal

2. Acumulación de sustantivos

La acumulación de sustantivos tiene lugar cuando se escriben seguidos dos o más nombres innecesariamente.

NO ESCRIBA: Basándose en una revisión exhaustiva de la evaluación de las necesidades de formación.

SINO: Tras haber revisado exhaustivamente las necesidades de formación . . .

3. Voz pasiva

En la voz pasiva el sujeto expresa el objetivo de la acción. Utilizarla cuando no se conoce el sujeto o en caso de querer restarle énfasis al mismo.

²² George D. Gopen y Judith A. Swan, *The Science of Scientific Writing*. American Scientist.

EJEMPLO: Cometí un error.

Un error fue cometido por mí.

Se cometió un error.

4. Redundancias

Las hay de todas las formas y tamaños.

A menudo, en inglés, se duplican las palabras.

EJEMPLO: lleno y completo; fiel y exacto.

Algunos modificadores pueden resultar redundantes.

EJEMPLO: creencias personales; tragedia terrible

O las categorías:

EJEMPLO: Se decidió pintar las paredes de la oficina de color azul.

5. Construcciones negativas

El estilo afirmativo suele comunicar las cosas de forma más directa y concisa.

NO ESCRIBIR: No escriba en negativo.

SINO: Escriba en afirmativo.

6. Modificadores fuera de lugar

Se les llama fuera de lugar porque a veces no vienen al caso en la oración. Estar atento a palabras y frases del tipo: es como, en realidad, básicamente, realmente, generalmente, a efectos prácticos.

7. Palabras innecesarias

Tener en mente la famosa máxima de Strunk y White: *Haga que cada palabra cuente*:

La escritura contundente es concisa. Una oración no debe contener palabras innecesarias, ni un párrafo oraciones innecesarias. Esto no requiere que el escritor

haga todas sus oraciones cortas o evite todos los detalles, sino que cada palabra hable.

William Strunk y E. B. White²³

²³ Strunk, William; White, E. B. *The Elements of Style*. 2007. 4a. edición. Pearson Education Company.

Anexo 2 Algunos Consejos de Corina Schmelkes.

Los grandes escritos se escriben con pocas mayúsculas

En castellano se utilizan poco las mayúsculas. Los nombres de los meses, los días de la semana, los idiomas y las nacionalidades, todos van con minúscula, a no ser que sean la primera palabra en una oración.

En ningún momento se debe escribir todo un documento en mayúsculas. Si escribe palabras con mayúsculas, deben ir acentuadas, es inaceptable un documento escrito totalmente en mayúsculas.

Palabras clave en la aseveración que define el problema

La formulación de un enunciado de la definición de un problema está dada por una palabra clave que indica de inmediato el alcance o tipo de investigación. Aquí se ilustran algunas:

| | | | | |
|--------------|---------------|-----------------|-------------|--------------|
| Análisis | Conflicto | Diagnóstico | Explicación | Relación |
| Aplicación | Confrontación | Diseño | Exploración | Sistema |
| Búsqueda | Correlación | Efectos | Factores | Teoría |
| Causas | Contraste | Estudio | Fundamentos | Validez |
| Comparación | Desarrollo | Evaluación | Observación | Verificación |
| Comprobación | Determinación | Experimentación | Propuesta | Vínculos |

Si el problema de investigación inicia con alguna de estas palabras, puede estar casi seguro que tiene un verdadero problema de investigación. Hay muchas otras palabras, pero éstas le dan una idea del tipo de término con el que puede iniciar una aseveración que define el problema y lo llevará a través de todo el proceso de su estudio.

El vocablo que es peligroso

Se debe evitar el vocablo *que* cuando sea posible; ejemplo: *Se escuchó un silencio en el cuarto, por lo que Pedro aseguró que reprobaba el examen.* En esta oración hay dos *que*. Al menos uno se tiene que quitar. Puede escribirse así: *Se escuchó un silencio en el cuarto durante el cual Pedro aseguró que reprobaba el examen.*

Cambio en el tiempo de los verbos

Cuando se inicia escribiendo en un tiempo específico, debe continuar con ese tiempo. El cambiarlo causa confusión en los lectores. El castellano permite que se utilice el presente o el pasado para hablar de la historia.

Cuidado con las palabras, las oraciones y los párrafos largos

La mente humana retiene más fácilmente las ideas, simples o sencillas al leer, en general. Para los lectores, es mucho más sencillo leer *de inmediato* que leer *inmediatamente*. Es mejor seleccionar una palabra corta que una larga; ejemplo: *niño* en vez de *criatura*; *capaz* en vez de *competente*. Prefiera lo simple a lo complejo; las palabras comunes a las científicas, aún si el trabajo es científico.

Por otra parte, también es conveniente que las oraciones sean lo más cortas posible. Ejemplo: *La lección era demasiado pesada para los participantes que aún no habían recibido instrucción en el tema que se estaba estudiando*. Esta oración puede dividirse en dos: *La lección era demasiado pesada. Los participantes no habían recibido instrucción en ese tema*.

Por último, también hay que evitar los párrafos largos. Éstos, a simple vista desaniman al lector. Es cierto que un párrafo debe contener una oración con la idea central; dos o tres que apoyen o desarrollen esa idea y una final que la concluya. Pero cada una de estas oraciones debe ser corta, para que el párrafo sea sencillo.

Es peligroso escribir en negativo

Hay que escribir lo que se debe fabricar, producir, construir, elaborar, arreglar, ejecutar, efectuar, verificar, practicar, desempeñar, ejercer y no lo que no se debe de hacer. Por ejemplo: *Los maestros no deben iniciar la clase antes de presentarse con los alumnos y dejar que éstos se presenten ante ellos mismos*. Es necesario escribir en positivo, por lo cual esta oración debe escribirse: *Los maestros deben iniciar la clase presentándose con los alumnos y dejar que éstos se presenten ante ellos mismos*.

Dificultad de lectura (índice de niebla)

Existe una forma para cuantificar la dificultad que implica leer su redacción. Algunos autores le llaman a esto *índice de niebla*, se puede calcular de la siguiente manera:

$$0.4 \times (\text{promedio de palabras por oración} + \text{porcentaje de palabras duras})$$

En esta fórmula, el 0.4 es el nivel de dificultad, el cual es un índice constante.

Las palabras *duras* son todos los términos de cuatro o más sílabas, excepto nombres propios o compuestos de palabras pequeñas.

El primer término de la fórmula (promedio de palabras por oración) se obtiene sumando las palabras del mismo párrafo y dividiendo este número entre el número de oraciones que contiene. Para este cálculo, cualquier punto y coma (;) se considera como (.).

El segundo término (porcentaje de palabras duras) se obtiene de la manera siguiente: sume todas las palabras en uno de sus párrafos de tamaño normal; después, sume las palabras duras del mismo párrafo; divida el número de palabras duras entre el número total de palabras en el párrafo que está analizando, y multiplique por 100.

Intente utilizar este cálculo en alguno de sus escritos para percatarse de cuán difícil es su redacción. Si el resultado es mayor de 12, debe cuidar su manera de escribir.

Ejemplo: Supuesto: todos los párrafos indicados en este tip (Dificultad de lectura) se consideraran como un solo párrafo. En él, el número de palabras es 195. El número de oraciones es 13.

Por lo tanto, el promedio de palabras por oración es de $195/13 = 15.0$

Las palabras duras son: cuantificar, dificultad, calcúlelo, porcentaje, dificultad, dividiendo, oraciones, consideran, porcentaje, analizando, multiplique, percatarse y resultado: 13 en total.

Por lo tanto: $13/195 = 0.66 \times 100 = 6.6$

Aplicando la fórmula: $.4 \times (15+6.6) = .4 \times 21.6 = 8.64$

Al parecer, la redacción de este párrafo es sencilla, ya que el número es menor de 12.

Anexo 3 Algunas sugerencias para principiantes

1. Jamás inicies una práctica, experimento o investigación sin tener una idea clara del procedimiento, sin saber utilizar los aparatos y materiales indispensables o sin disponer del tiempo necesario.
2. Nunca confíes en la memoria para guardar los datos de tu investigación. Anótalos en cuanto los obtengas.
3. Cuando estés trabajando en un problema y tropieces con algo inesperado, inexplicable o extraordinario, abandónalo todo y dedícate a aclarar el descubrimiento accidental.
4. Trabaja en equipo no significa que cinco personas estén todo el tiempo juntas y dedicadas a la misma actividad, sino que hay división racional y coordinada del trabajo.
5. En un equipo de estudiantes hay, por lo general, uno o dos productores y tres o cuatro parásitos. Procura equilibrar la situación.
6. Para plantear una hipótesis o explicar un fenómeno, selecciona siempre la opción más simple y menos fantástica.
7. Nunca manejes un término cuyo significado desconozcas.
8. No dejes de preguntar algo que te interesa, por miedo a ser catalogado como ignorante.
9. Tampoco confíes ciegamente en lo establecido.
10. El fin de la ciencia es conocer la verdad²⁴. Cuando esta meta es sustituida por otra de carácter moral, político o religioso, los datos obtenidos habrán dejado de ser científicos.
11. La ortodoxia es anticientífica, especialmente si se limita a las aportaciones de un solo hombre. De ahí que declararse freudiano, darvinista o marxista sea especialmente anticientífico. Peor aún si el declararse ha sido catequizado por Martha Harnecker o por Rius.
12. La petulancia racionalista o la soberbia de creerse poseedor de la verdad absoluta y que cuando ocurre en el universo está explicado, son actitudes peligrosas y deshumanizantes. El auténtico científico es siempre humilde.
13. Un trabajo científico no precisa anunciar que lo es. Einstein jamás dijo que su teoría de la relatividad fuera científica. Comparada con la actitud del genial

²⁴ En este caso, la verdad se refiere al conocimiento objetivo del mundo.

judío-alemán con la de quienes se aferran a la diabética, la astrología o al materialismo histórico.

14. Los datos que obtengas han de ser precisos y, en la medida de lo posible cuantitativos.
15. Nunca fijas la extensión de un trabajo por el número de páginas, si no por lo que tengas que decir. Como dice Gracián²⁵: *Lo bueno, si breve, dos veces bueno*.
16. Nunca pienses que has comprendido algo si no estás en condiciones de explicárselo con claridad a los demás.
17. Si descubres que estás trabajando en un tema de escaso interés, ¡cámbialo de inmediato!
18. Siempre que leas, escuches, observes, experimentes o pienses, hazlo con sentido crítico.
19. Así como los escritores inmaduros tienden a tratar temas grandiosos, altisonantes, terribles o escandalosos, los estudiantes suelen inclinarse a pensar que sólo los problemas espectaculares (drogas, contaminación, radiactividad, síntesis de la vida) valen la pena. Esta actitud suele llevar al fracaso, ya que tales problemas resultan demasiado amplios, inalcanzables o excesivamente trillados.
20. La más grave falta de un científico consiste en alterar o “remendar” los resultados, el pecado capital es inventarlos.

²⁵ Baltasar Gracián, escritor perteneciente al llamado siglo de oro español.

Bibliografía

- 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.