

# ORDEN Y ARGUMENTO EN UNA TESIS

Luis A. Godoy, Ph. D.

Octubre 2007



Universitas. Editorial Científica universitaria

Diseño Interior: Luis A. Godoy  
Diseño de tapa: Luis A. Godoy  
Tirada: 500 Ejemplares.

ISBN: 978-987-572-090-9

Prohibida su reproducción, almacenamiento y distribución por cualquier medio, total o parcial sin el permiso previo y por escrito de los autores y/o editor. Esta también totalmente prohibido su tratamiento informático y distribución por internet o por cualquier otra red. Se pueden reproducir párrafos citando al autor y editorial y enviando un ejemplar del material publicado a esta editorial.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723.  
Impreso en Argentina

Universitas. Editorial Científica Universitaria  
Obispo Trejo 1404. 2 "B". (5000) Córdoba. Argentina  
Te: 54-351-4117411 - 155081512 - Email: [universitaslibros@yahoo.com.ar](mailto:universitaslibros@yahoo.com.ar)

© 2007. Primera Edición. Universitas.

## INDICE

PROLOGO	7
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 ¿Qué es una tesis?	9
1.2 ¿Por qué los investigadores tienen dificultades para escribir?	11
1.3 El proceso de escritura de una tesis.	12
1.4 Contenido de esta tutoría.	13
2. LA ESCRITURA EN CIENCIAS	15
2.1 La escritura científica se organiza siguiendo formas establecidas.	15
2.2 Se escribe para una audiencia.	17
2.3 Recomendaciones para mejorar la comunicación escrita.	19
2.4 Recomendaciones para mejorar el estilo de escritura.	20
2.5 La comunicación gráfica.	23
3. GENERACIÓN DE TÍTULO Y RESUMEN	29
3.1 El título y resumen de una tesis.	29
3.2 Recomendaciones para mejorar un título.	30
3.3 El resumen	32
3.4 Recomendaciones para mejorar un resumen	33
3.5 Actividades	34
4. LA APERTURA DE LA TESIS	35
4.1 La sección de motivación.	35

4.2 La sección de importancia del problema.	38
4.3 La sección de alcance del estudio.	39
4.4 La sección de objetivos del estudio.	40
4.5 La sección de metodología.	41
4.6 La sección de contenidos de la tesis.	42
4.7 Recomendaciones para mejorar una introducción.	42
<b>5. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>45</b>
5.1 ¿Que es una revisión de la literatura?	45
5.2 El punto de vista en una revisión de la literatura.	46
5.3 La revisión como crítica de la literatura.	47
5.4 Otorgando crédito a otros autores por el uso de sus textos o figuras.	51
5.5 Recomendaciones para la cita de referencias.	52
<b>6. LA PARTE CENTRAL DE LA TESIS: METODOLOGÍA Y RESULTADOS</b>	<b>55</b>
6.1 La descripción de la metodología.	55
6.2 Recomendaciones para la descripción de la metodología.	58
6.3 La presentación de los resultados.	59
6.4 Recomendaciones para la presentación de resultados.	60
6.5 La descripción de resultados.	61
<b>7. EL FINAL: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
7.1 ¿Qué es lo valioso de una investigación?	63
7.2 La discusión de resultados.	64
7.3 La elaboración de conclusiones.	67
<b>8. USO DE APÉNDICES</b>	<b>71</b>
8.1 Apéndices.	71
8.2 ¿Qué material se coloca en apéndices?	71
<b>REFERENCIAS</b>	<b>75</b>

## PRÓLOGO

Si Ud. está leyendo estas notas, seguramente es estudiante de maestría o doctorado en Ingeniería, se encuentra en una etapa en la que ya tiene un tema de trabajo definido, ha avanzado en su investigación y está pensando en la escritura de la tesis. En ese caso, estas notas podrían serle de ayuda, especialmente si acompañan a una actividad de Tutoría que se ofrece con modalidad presencial.

A muchos estudiantes se les hace difícil la etapa de escritura. Conocemos casos de estudiantes doctorales que completaron su investigación y sin embargo no llegaron a escribir la tesis, en parte porque consiguieron un buen trabajo antes de terminar los estudios, pero también porque no pudieron organizarse de una manera efectiva para hacer la escritura.

El deseo de todo novato es poder descubrir un estilo de escritura que haya sido probado por otros, que se sepa que es efectivo y que se pueda aprender de una forma sistemática. Hay varias formas de ayudarse en la etapa de escritura.

- Una es recurrir a los libros sobre el tema, algunos de los cuales se citan al final de estas notas. Aquí repetiremos parte de esa información y realizaremos algunos comentarios adicionales específicos. Hay bibliografía sobre qué incluir en cada sección de un escrito científico, como Day (1994), McCuen (1996), Moriarty (1997) y varios otros. En español, algunos textos son específicos de una disciplina, como el de Menin y Temporetti (2005) orientado a la investigación en Psicología. El libro de Eco (2004) no es demasiado aconsejable.

- La mayoría de las universidades ofrecen cursos o talleres sobre escritura científica.
- Finalmente, uno puede aprender al lado del director de tesis. Parte de la tarea de un director de tesis es hacer que el escrito sea comprensible para una audiencia lo más amplia posible. Pero esa es una manera poco efectiva de usar el tiempo del director, que suele interesarse en aspectos más relacionados directamente con la investigación.

Al parecer, el aprendizaje de escritura científica (y escritura técnica en general) tiene una componente de ordenar el material (la organización del escrito) y otra componente de argumentar sobre lo que significa ese material.

Estas notas están especialmente dirigidas a la primera parte, mientras que la argumentación es el foco de otra actividad de tutoría. De manera que aquí se le indicará dónde hay que describir y dónde argumentar o explicar, pero no se entrará en los fundamentos sobre cómo se describe, argumenta o explica.

# INTRODUCCIÓN

1

## 1.1 ¿QUE ES UNA TESIS?

Una tesis es una parte de una investigación científica o tecnológica. La tarea de generación de conocimientos mediante investigación científica es una actividad intelectual humana y también genera otros productos, como creencias, conjeturas, políticas, posiciones, fuentes de ideas, tradiciones, grados académicos y más. Deberíamos ser capaces de reflexionar sobre este conjunto de aspectos relacionados al conocimiento, de modo de exponerlos a una crítica que permita identificar o eliminar los errores intelectuales que cometemos.

La publicación científica (una tesis es una publicación científica) y el proceso de revisión (una tesis es revisada y evaluada) ayudan a efectivizar esa crítica y con el paso del tiempo permiten aislar errores en nuestras conclusiones preliminares. Esta tarea no puede depender del juicio individual de un investigador y por ello requiere de evaluación externa.

El proceso completo de gestión de una tesis incluye por lo menos tres documentos:

- Una propuesta de tesis, en la que se presenta el problema, las preguntas principales que se van a investigar (o la hipótesis que se quiere probar), la metodología que se va a seguir y un estado del arte en el tema. Generalmente se escribe en unas 10-15 páginas. La propuesta debe demostrar la viabilidad, originalidad, utilidad e importancia de la investigación.
- Una tesis, que es un libro monográfico que documenta la investigación. De esto se trata la tutoría.

- Una presentación en la defensa de la tesis, que generalmente se hace usando un programa de presentaciones, como *Microsoft Power Point*.

Hay varias modalidades para llevar a cabo el proceso de gestión de una tesis.

- En la forma actual más difundida, el tesinista hace su investigación bajo la supervisión de un director y la defiende frente a un tribunal evaluador. Una variante es que durante la investigación se constituya una comisión para dar seguimiento al trabajo, presidida por el director. Hay variantes en cuanto a la constitución del tribunal evaluador.
- En muchas universidades de Estados Unidos se acepta que una tesis doctoral puede estar formada por tres artículos escritos por el tesinista (con su director) y aceptados para publicación en revistas arbitradas de su disciplina. Esto se completa con un capítulo introductorio (basado en la propuesta de tesis) y uno de conclusiones. De manera similar, una tesis de maestría puede estructurarse alrededor de un artículo.
- En alguna universidad de Portugal, la presentación de la tesis no la hace el tesinista sino un miembro externo de su tribunal evaluador.
- En Escandinavia, en el Siglo XIX, la tesis la escribía el director y el tesinista debía discutir ese trabajo. Esta modalidad tiene sus raíces en la Edad Media, en la que se suponía que un novato no podía generar ideas nuevas pero si discutir las enseñanzas de sus maestros.

Sintetizando, podemos decir que una tesis es un escrito erudito que

- Documenta una investigación en detalle.
- Tiene un sistema de evaluación de calidad, mediante un tribunal evaluador o una comisión de tesis.
- Se difunde de manera muy limitada, de manera que poca gente lee una tesis.
- Se archiva en la propia universidad y puede también guardarse en centros de archivos de tesis.

No todas las tesis tienen los mismos objetivos. En una tesis doctoral hay que generar conocimientos nuevos, que vayan más allá del estado del arte en un momento determinado. En una tesis de maestría el candidato debe

demostrar que ha dominado las técnicas y conocimientos aprendidos en sus cursos y que los puede aplicar en situaciones específicas.

## 1.2 ¿POR QUÉ LOS INVESTIGADORES TIENEN DIFICULTADES PARA ESCRIBIR?

Frecuentemente, los científicos tienen dificultades para la comunicación de los resultados de sus investigaciones porque:

- Escriben sobre avances en sus disciplinas, que son cosas nuevas y por lo tanto poca gente está familiarizada con ellas.
- Sienten temor a las críticas que recibirán cuando sometan su escrito a la mirada de otros investigadores.
- Tienen una visión estrecha de sus propios estudios y les cuesta ver un contexto más amplio del que están inmersos.
- No pueden escribir tan fácilmente lo que piensan. La tarea de escribir es diferente de la de pensar. Escribir requiere reconstruir un patrón de pensamientos en una forma lógica.
- No dedican tiempo y esfuerzo a practicar y mejorar su escritura técnica.
- No encuentran buenos modelos de escritura técnica para imitar.

**Actividad:** Describa cuál es su forma de escribir, cuáles identifica que son sus fortalezas y debilidades referentes a la escritura técnica.

Para percibir cuáles son las dificultades que identifican los propios estudiantes graduados de Ingeniería frente al tema de escritura de una tesis, hemos realizado encuestas con grupos de estudiantes de maestría y obtuvimos las siguientes necesidades:

- Cómo organizar el material de la tesis.
- Cómo escribir argumentos que expliquen lo que se quiere decir.
- Qué reglas pueden ayudar a escribir.
- Cómo hacer una revisión crítica de la literatura.
- En qué formato se debe escribir la tesis.

Asombrosamente, cómo escribir las conclusiones no fue identificado como algo importante. Algunos de estos temas se pueden enseñar y aprender fácilmente, especialmente cómo organizar una tesis, qué formatos usar. Otros son más difíciles, como escribir argumentos y extraer conclusiones.

### 1.3 EL PROCESO DE ESCRITURA DE UNA TESIS

Antes de escribir es importante saber cómo se lee una tesis. Usted debería haber leído por lo menos una tesis antes de escribir la suya.

- La mayoría de los lectores que decidan ver su tesis comenzarán por la introducción, mirarán por encima las secciones intermedias y volverán a detenerse en las conclusiones.
- Si en la introducción y conclusiones encuentran elementos de interés, seguramente separarán la tesis para una lectura detallada.
- Otro elemento de juicio son las referencias: si el lector ve que usaron su nombre en la lista de referencias, entonces con toda seguridad la llevará a su escritorio.

En general, la secuencia de escritura de una tesis

- Comienza por la parte central. Lo más fácil es escribir la metodología, que es descriptiva y no requiere de argumentaciones mayores.
- Continúa por las conclusiones. Lo más difícil es justificar conclusiones a partir de los resultados, pero de eso se trata una investigación.
- Termina por la introducción.

Peter Elbow ha dedicado su carrera profesional a ayudar a otros a escribir. Uno de sus libros (Elbow, 1998) explora diferentes formas de escritura. Según Elbow,

- El “proceso directo de escritura” consiste en dividir el tiempo disponible en dos: la primera mitad se usa para escribir un borrador y la segunda mitad se usa en revisiones.
- El “método de revisión rápida” se recomienda para un borrador que circulará entre amigos, pero no para una escritura final.
- En el “método peligroso” se intenta producir un buen manuscrito de primera intención, pero hay que tener en claro mentalmente lo que se quiere decir antes de comenzar a escribir. Por eso también es un método en dos etapas: primero esclarecer lo que se va a escribir y luego escribirlo.

Podemos imaginar otros estilos de escritura a base de las observaciones de la escritura de nuestros estudiantes y colegas:

- “Método de expansión progresiva”. Partir de palabras claves, continuar con título, ampliar a un resumen, separar el resumen en ítems y agrandarlos, completar el escrito.
- “Método de iteraciones sucesivas”. Escribir los títulos de las secciones en computadora. Agrupar ideas sueltas dentro de cada sección. Tomar cada idea y desarrollarla. Hacer como 15 revisiones, hasta que Ud. queda conforme.
- Anotar ideas y pedazos del texto en papeles sueltos. Ponerlos en una carpeta. Cuando hay muchas cosas sueltas en la carpeta, comenzar la escritura.
- “Método de investigar/escribir”. Hacer la investigación con el artículo en mente. Escribir a medida que van ocurriendo cosas y resultados. Se escriben páginas y páginas. Luego se condensa. Mucho material es desperdiciado.

Finalmente, en literatura parece frecuente que cada nuevo borrador de un libro se comience desde el inicio. El escritor norteamericano Paul Auster dice: “Cuando escribí *El Libro de las Ilusiones*, un día me di cuenta de que había trabajado durante dos o tres semanas en la dirección equivocada, y rastreé el texto hacia atrás hasta la misma oración donde había hecho el giro incorrecto. Quite todo lo que había escrito desde allí y volví a empezar con esa oración como punto de partida.”<sup>1</sup>

#### 1.4 CONTENIDO DE ESTA TUTORIA

Esta tutoría está organizada en tres sesiones de trabajo. El número de horas de cada sesión depende de cuánto tiempo se dedique a trabajo de taller en clase y fuera de ella.

La primera sesión incluye los Capítulos 1 a 3 e intenta ayudar al participante a mejorar sus destrezas de escritura y de organización de escritos científicos en términos generales. Como caso de estudio, se consideran el título y el resumen de un trabajo.

En la segunda sesión se trabaja sobre el material de los Capítulos 4 y 5. La Introducción da una visión sobre el contenido de toda una tesis. La

---

<sup>1</sup> Encuentro literario en Nueva York, La Nación, Suplemento adncultura, 11 agosto 2007, pp. 15.

revisión de literatura es una parte compleja y se muestran ejemplos de formas de hacerlo mal y bien.

La tercera sesión abarca los Capítulos 6 y 7. Aquí se ven las metodologías, resultados y su discusión. Finalmente, se consideran las conclusiones de una tesis.

El enfoque de estas notas es proveerle algunas directivas sobre cómo organizar el escrito científico y a continuación mostrarle ejemplos que le acerquen a su propia problemática. La expectativa general es que Ud. aprenda a organizar el material de su tesis y que mejore su presentación.

## LA ESCRITURA EN CIENCIAS

2

### 2.1 LA ESCRITURA CIENTIFICA SE ORGANIZA SIGUIENDO FORMAS ESTABLECIDAS

La forma de escribir para comunicar resultados de investigaciones en ciencia y tecnología no es libre, sino que ha surgido como fruto de un proceso largo llevado a cabo en la comunidad de científicos. Entran en juego aspectos de tradición, práctica editorial, ética científica y conveniencia, entre otros.

Originalmente los trabajos eran muy descriptivos, de modo que el autor narraba que “primero hizo A y después hizo B”. Hacia mitades del Siglo XIX surgió la importancia de explicitar los métodos usados para obtener datos. Narrar el método pasó a ser importante como forma de dar credibilidad a los datos. Como resultado de ese proceso, prácticamente toda publicación científica sigue la secuencia conocida como IMRAD (Introducción, Método, Resultados, Discusión).

De manera más detallada, una tesis típica contiene los siguientes elementos:

- Título
- Resumen
- Introducción
- Revisión de la literatura
- Materiales y métodos
- Resultados
- Discusión de resultados

- Conclusiones
- Apéndices
- Referencias bibliográficas

En algunos casos es aceptable combinar algunos de esos elementos:

- Introducción puede combinarse con Revisión de Literatura
- Discusión de Resultados puede combinarse con Conclusiones

Para ilustrar las diferencias entre las partes de un escrito que narra brevemente una investigación, consideremos el Texto 1. Debido a que se trata solamente de un esquema, no todas las secciones listadas anteriormente están presentes y se han detallado algunos aspectos considerados importantes.

Texto	1	Esquema de comunicación de una investigación
Título:		Estimaciones de falla estructural en edificaciones industriales bajo viento
Problemas que dieron origen a esta investigación:		<ul style="list-style-type: none"><li>• Los resultados de un análisis simplificado de estructuras industriales bajo viento (que solo consideran falla de la primera columna) parecen ser demasiado conservadores. Hay sospecha que las fallas en estas estructuras se producen para velocidades de viento más altas.</li><li>• En caso que las predicciones actuales sean demasiado bajas, no se sabe si eso se debe a que (a) el modelo estructural simplificado es pobre, (b) hay demasiada diferencia entre la carga a la que falla la primera columna y la de colapso.</li></ul>
Para verificar lo anterior, se decidió llevar a cabo un estudio detallado usando un modelo de análisis más sofisticado.		
Preguntas que guían la investigación:		<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Para qué velocidades de viento se produce la falla de la primera columna?</li><li>• ¿Qué capacidad residual tiene una estructura entre la falla de la primera columna y la del sistema completo?</li></ul>
Suposiciones iniciales en el análisis incremental presente:		<ul style="list-style-type: none"><li>• Todo el peso propio se considera en la carga para el análisis de la primera columna que falla y no se considera para los incrementos de carga que llevan a la falla de las demás columnas.</li><li>• Se considera que las columnas que fallan no se descargan.</li></ul>

- Se adoptó el 110% del peso propio.

Metodología:

- Se modeló el sistema estructural usando un programa para propósitos generales (denominado ETABS).
- Se implementó un análisis incremental considerando la secuencia de falla de columnas. Se consideraron dos modelos de presiones de viento.

Resultados del análisis incremental:

- Entre la falla de la primera columna y la falla del sistema (considerada como colapso) hay entre 7% y 20% de diferencia en velocidad de viento, dependiendo del modelo de presiones supuesto.
- Las diferencias en las velocidades de falla de la primera columna entre los dos modelos de presiones supuestos es menor al 8%.
- Las diferencias en las velocidades de colapso entre los dos modelos de presiones supuestos es menor al 4%.

Comparación con el procedimiento simplificado existente:

- Para la falla de la primera columna, la estimación simplificada da un 18-24% menos en velocidad de viento que el presente análisis.

Conclusiones:

- Las estimaciones del procedimiento simplificado son demasiado conservadoras con respecto a un análisis incremental como el presente. Es necesario revisar el procedimiento simplificado.
- La capacidad residual de resistencia de la estructura después de la falla de la primera columna (mediante análisis incremental) es bastante limitada (de solo un 7 a 20%).

El texto anterior explica cuál es la motivación para hacer el estudio y el problema para el cual no se tenía inicialmente respuesta. Las preguntas ayudan a definir el foco de la investigación. Las suposiciones iniciales son importantes en esta etapa porque ayudan a evaluar las limitaciones. La metodología describe cómo se hizo el estudio. Los resultados se describen primero, se busca su significado y se comparan con lo que ya se sabía al iniciar la investigación. Las conclusiones resumen lo que se aprendió del estudio y muestran el nuevo nivel de conocimientos disponibles.

## 2.2 SE ESCRIBE PARA UNA AUDIENCIA

Todo escrito en ciencias e ingeniería se hace para una audiencia determinada. El proceso de un trabajo de investigación es importante

para el investigador que hizo el estudio, pero quizás carece de importancia para otras personas, a menos que el investigador haga un esfuerzo para comunicar sus resultados y sus conclusiones. En realidad, el objetivo fundamental de escribir no es la presentación de resultados e ideas, sino su comunicación efectiva. Lo que importa es si la mayoría de los lectores perciben exactamente lo que el autor quiere transmitir.

Si el lector debe comprender lo que quiere decir un escrito, entonces el escritor debe entender que es lo que necesita el lector. Recuerde que lo que Ud. comunica depende de a quién se lo comunica. Cuando escribe una carta a un científico determinado, Ud. ya tiene un canal abierto de comunicación y sabe qué lenguaje y nivel de conocimientos comparten ambos. Pero cuando escribe para una audiencia más general, hay que identificar al lector medio, de manera de establecer una comunicación efectiva.

Para eso interesa considerar:

**¿Qué nivel de experiencia tiene el lector?** El lector puede ser un experto<sup>2</sup> o un novato<sup>3</sup> en el tema. A medida que la audiencia tiene menos experiencia en el tema, el lenguaje debe ser más descriptivo; hay que interpretar casi todo lo que se dice; y se usan menos conceptos que ya están bien definidos en la disciplina. A propósito, ¡nunca menosprecie a su audiencia!

**¿Qué función cumple el lector?** Por ejemplo, un lector puede estar evaluando su trabajo, aprendiendo de él, decidiendo si apoyará su investigación (otorgando fondos para que Ud. pueda trabajar), llevando a cabo una investigación similar a la suya, ...

**¿Qué espera que haga el lector con la información que Ud. le comunica?** Su intención puede ser que el lector:

- Pase de un estado de ignorancia en el tema a uno de conocimiento
- Haga uso de la información

---

<sup>2</sup> Un experto tiene un lenguaje sofisticado, conoce los aspectos teóricos del tema, se da cuenta qué significan resultados en uno u otro sentido, identifica de antemano hacia dónde conduce un razonamiento y qué consecuencias tiene.

<sup>3</sup> Un novato carece de experiencia en el área, tiene conocimientos teóricos limitados o elementales, no descubre el significado de resultados a menos que se los expliquen en detalle, no logra anticiparse al escritor ni inferir conclusiones propias de manera independiente.

- Siga sus recomendaciones
- Entienda la complejidad involucrada en el tema
- Pueda duplicar los resultados de manera independiente
- Entienda las implicaciones y consecuencias de sus resultados
- Quede impresionado con su trabajo

Cuando existe una diferencia grande entre la experiencia del escritor y del lector, entonces la responsabilidad de interesar al lector y facilitar la lectura recae en el escritor. Por lo general, un lector accede de manera voluntaria a un artículo o una tesis y no la lee en su totalidad. Por eso, la responsabilidad de atraer la atención del lector, de manera que lea todo el trabajo escrito o la mayor parte de él, es del escritor.

### 2.3 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN ESCRITA

Algunas reglas de la comunicación en ciencias pueden ayudarlo a ser un mejor escritor:

**Escriba de manera concisa.** Este es un principio de economía en la comunicación científica. La escritura científica tiende a ser más densa que la escritura periodística o literaria. La densidad se refiere a la cantidad de información que se transmite usando un número de palabras: densidad = información/palabras. Para lograr un escrito más denso, se debe usar (a) un lenguaje más específico de la disciplina; (b) evitar palabras innecesarias. En el Texto 2 se muestra un ejemplo de un párrafo escrito con diferentes niveles de densidad.

Texto	2	Densidad en la escritura
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Forma densa: “Se desarrolló un elemento isoparamétrico”.</li><li>• Forma no densa: “Se desarrolló un elemento en el cual las funciones de interpolación de las variables del modelo son las mismas que las usadas para definir la geometría”.</li><li>• Forma verborrágica: “Básicamente vale la pena mencionar que se llevó a cabo el desarrollo de un elemento con las características de lo que en los textos de elementos finitos se conoce como isoparamétrico”.</li></ul>

**Escriba de manera objetiva.** No es sencillo identificar de qué manera entra la subjetividad en un escrito científico, pero en lo posible es preferible evitar hacer afirmaciones que sean claramente subjetivas.

- La objetividad se refiere a que enunciados, observaciones o mediciones no dependan del punto de vista de un individuo, sino que puedan ser establecidos por diferentes investigadores.
- La subjetividad proviene de percepciones, ideas, intuiciones y preconceptos de los individuos, y depende de la experiencia de la persona, de sus conocimientos previos, expectativas o preferencias.

**Escriba usando el consenso a que ha llegado la comunidad científica.** El consenso se refiere a acuerdos (muchas veces tácitos) establecidos entre miembros de una comunidad de científicos acerca de hechos, relaciones, formas de llevar a cabo mediciones o experimentos, etc.

**Escriba respetando la evidencia y argumente de manera lógica.** Cuando se escriben enunciados en un manuscrito científico, intervienen dos aspectos: por una parte, el enunciado debe ser verdadero en su contenido empírico (tanto como sea posible); por otra parte, las inferencias que se obtienen de esa evidencia debe ser consistente desde el punto de vista de la argumentación. Lo primero se logra incluyendo datos, mediciones, observaciones, y siguiendo instrumentos y métodos que hayan sido probados por otros miembros de la comunidad científica. Lo segundo se logra explicitando los pasos de razonamiento (argumentativo o matemático) que permiten llegar a conclusiones aceptables.

**Defina los términos nuevos que introduzca en su investigación.** En muchos casos, Ud. debe establecer nombres para cosas debido a que hará uso repetidamente de esas cosas. Por ejemplo, “Medida de Intensidad”, “Parámetro de Demanda”, “Daño Medido”, “Variable de Decisión”. Cuando establezca un nombre, debe proponer una definición.

**Escriba con claridad.** Asegúrese que lo que Ud. dice no pueda ser malinterpretado por otros. Por ejemplo, el autor Thomas S. Kuhn usó el concepto de “paradigma” en su famoso libro, pero otro autor (Masterman) descubrió que Kuhn usaba ese concepto con 23 significados diferentes.

## 2.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL ESTILO DE ESCRITURA

No existen algoritmos que permitan hacer una buena escritura, pero sí hay algunas ideas que pueden ayudarnos a mejorar un escrito (Gopen y Swan, 1990; Evans, 1995; Berthouex, 1996). Por ejemplo, algunas recomendaciones valiosas son:

**No escriba en primera persona.** Nunca escriba en primera persona del singular: “Hice los cálculos...”, “Yo me he convencido que...” Es aceptable la primera persona del plural: “Hicimos los cálculos...”. Mejor aún: “El autor hizo los cálculos...”

**Use la voz activa (o no abuse de la voz pasiva).** En la voz activa se dice quién hizo lo que se reporta. Por ejemplo: “La Dirección de Hidráulica obtuvo las muestras del lago San Roque”; “Las abejas dispersan el polen”; “El autor hizo los cálculos”. En la voz pasiva se usa la construcción inversa: “Las muestras del lago San Roque fueron obtenidas por la Dirección de Hidráulica”; “El polen es dispersado por las abejas”; “Los cálculos fueron hechos por el autor”. Hay diferencias de énfasis: en la voz activa se pone énfasis en el sujeto: Dirección de Hidráulica, abejas, autor. En la voz pasiva se pone énfasis en el objeto: muestras, polen, cálculos.

**Procure que el verbo siga al sujeto.** Los lectores esperan que el sujeto gramatical vaya seguido inmediatamente por el verbo. Por ejemplo, consideremos el texto siguiente:

Texto	3	Estilo de escritura
Los terremotos grandes, que están asociados a grandes roturas de los bordes de placas tectónicas y que dependen de la acumulación de energía de deformación antes de llegar a la rotura, ocurren a intervalos casi uniformes.		

El sujeto es “los terremotos grandes” y el verbo es “ocurren”. Todo lo que está en medio es tomado por el lector como una interrupción. Hasta que el lector no llega al verbo no sabe lo que está haciendo el sujeto. Este texto tiene 36 palabras, de las cuales 28 están separando el sujeto del verbo.

**Use a su favor las posiciones del tema y del énfasis.** La posición del tema está localizada al principio de una oración e indica de qué se trata la oración. En el Texto 3, el tema son “los terremotos grandes”. La posición del énfasis es lo que está al final de la oración y los lectores le asignan importancia a esa posición. En el texto 3 lo ocupa “ocurren a intervalos casi uniformes”. Asegúrese que el lector encuentre fácilmente el tema de la oración y el punto de énfasis. En un párrafo generalmente hay información vieja y nueva. La regla es colocar la información vieja en

la posición del tema y que se vincule hacia atrás en el escrito, mientras que la información nueva va en la posición de énfasis y se articula hacia adelante.

**Use calificadores precisos en lugar de vagos.** Use: “Un purificador de 10 m de diámetro”, en lugar de “Un purificador grande”. Use: “Fisuración en la parte cercana a la base de la estructura”, en lugar de “Degradación estructural”. Use: “Aproximadamente \$200 por minuto de ejecución”, en lugar de “Muy costoso”. Use: “Intervalo de 145 años”, en lugar de “Intervalo largo”.

**No escriba series de afirmaciones sin articularlas.** Las afirmaciones o enunciados deben estar enlazados de manera de formar un argumento.

Texto	4	Estilo de escritura
Incorrecto:	“No era clara la relación existente entre el ADN y las proteínas, hasta el momento no se sabía nada acerca del mecanismo por el cual la información incluida en el genoma podía ser traducida a proteínas”.	
Versión mejorada:	“La relación existente entre el ADN y las proteínas no era clara porque hasta el momento no se conocía el mecanismo por el cual la información incluida en el genoma podía ser traducida a proteínas”.	

**Evite el palabrerío.** Como regla general, elimine la parte que parece superflua, y si el sentido de la frase no cambia, entonces quiere decir que el texto eliminado era superfluo.

Texto	5	Estilo de escritura
Incorrecto:	“...despertó en Gamow una gran curiosidad acerca del código genético y <u>fue eso lo que impulsó a este físico</u> a proponer su modelo <u>acerca de la traducción de proteínas...</u> ”	
Versión mejorada:	“...despertó en Gamow una gran curiosidad acerca del código genético y lo impulsó a proponer su modelo de la traducción de proteínas...”.	
Incorrecto:	“... <u>no había manera que</u> la célula supiera...”	
Versión mejorada:	“...la célula no sabría...”	

**No otorgue cualidades humanas a cosas inanimadas.** En lo posible, use “En la Figura 15 se muestra...” en lugar de “La Figura 15 muestra...”

## 2.5 LA COMUNICACIÓN GRÁFICA

En una tesis de ingeniería, gran parte de la información se comunica mediante recursos gráficos. Una figura está compuesta por dos elementos: la gráfica y la leyenda. La leyenda de la figura va debajo de la gráfica, de modo que el escritor debe decidir donde coloca la información. Como regla general, incluya la mayoría de la información en la leyenda, para no interrumpir la visualización de la gráfica.

En el texto siguiente se ha colocado toda la información en el dibujo. Se advierte que el texto resulta difícil de leer y obstruye parcialmente el dibujo.

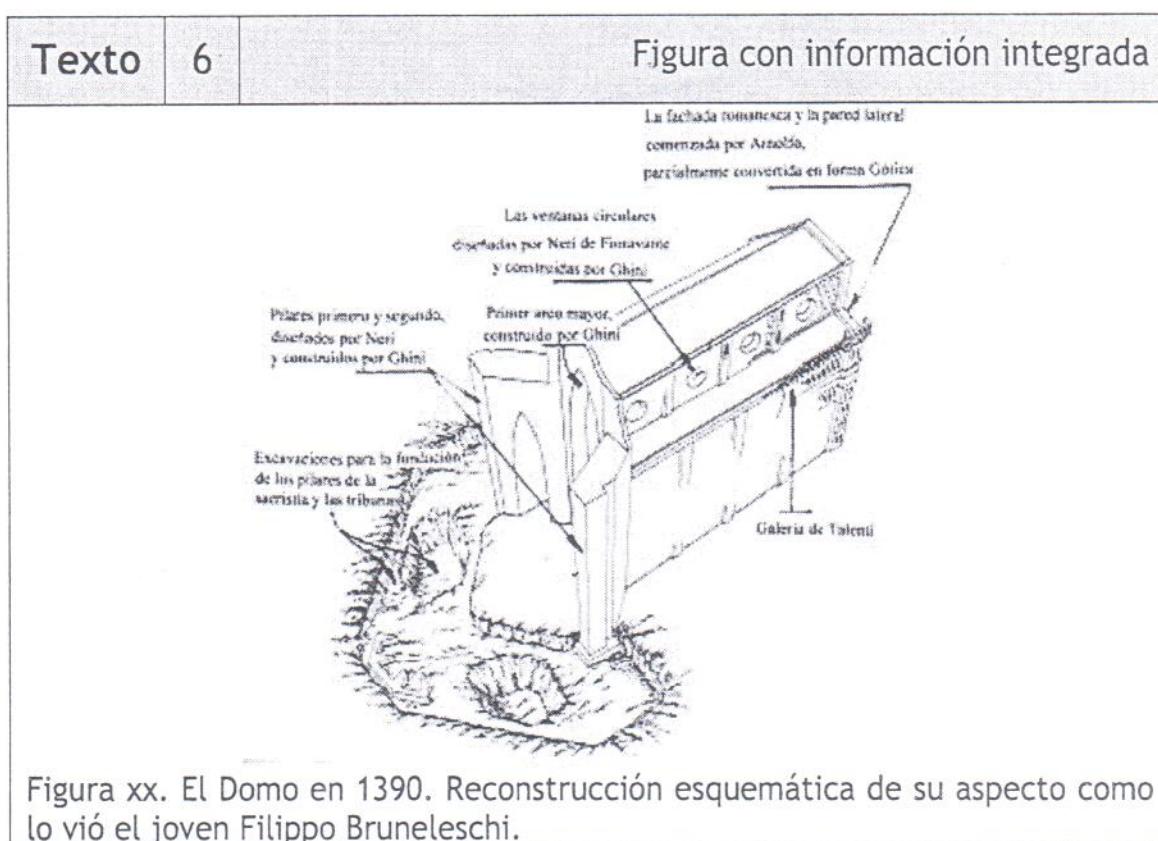


Figura xx. El Domo en 1390. Reconstrucción esquemática de su aspecto como lo vió el joven Filippo Brunelleschi.

A continuación se presenta el mismo dibujo pero con la información incluida en la leyenda. El dibujo resulta más simple de ver y los detalles se encuentran cerca, en caso que el lector los requiera. Incluya suficiente información en la leyenda de las figuras para que el lector las entienda sin necesidad de leer el texto.

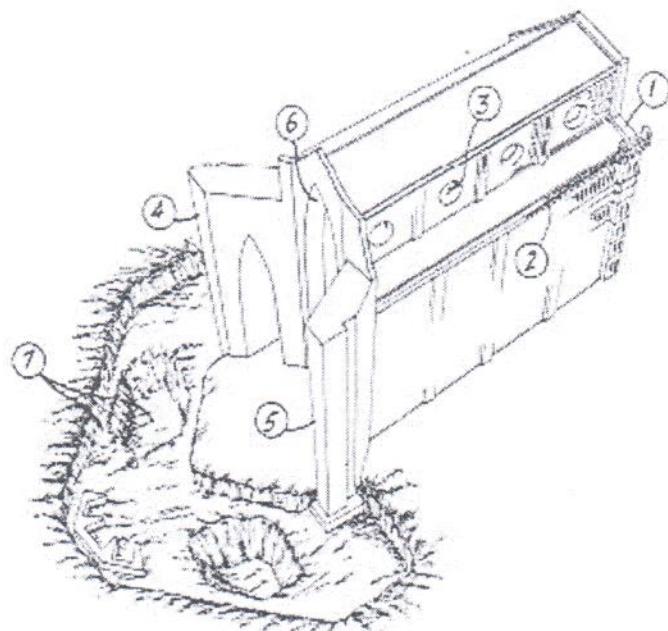
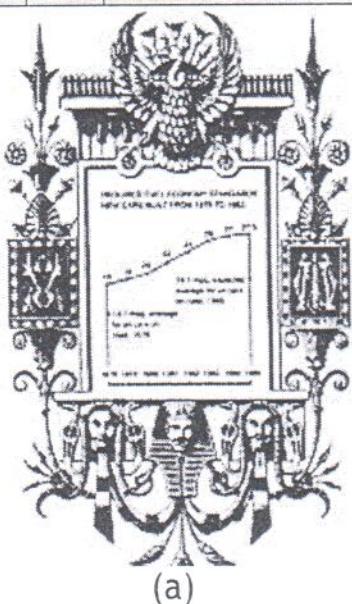


Figura xx. El Domo en 1390. Reconstrucción esquemática de su aspecto como lo vió el joven Filippo Brunelleschi. (1) La fachada romanesca y la pared lateral comenzada por Arnolfo, parcialmente convertida en forma Gótica. (2) Galería de Talenti. (3) Las ventanas circulares diseñadas por Neri de Fioravante y construidas por Ghini. (4, 5) Pilares primero y segundo, diseñados por Neri y construidos por Ghini. (6) Primer arco mayor, construido por Ghini. (7) Excavaciones para la fundación de los pilares de la sacristía y las tribunas.

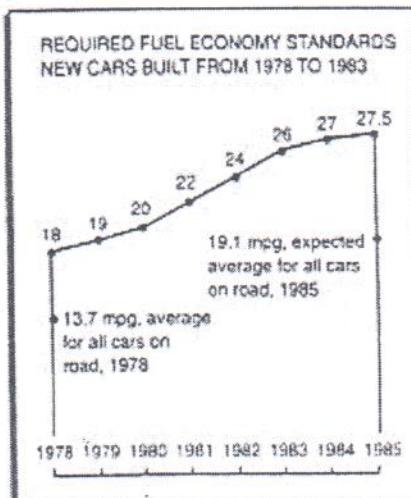
Incluya sus figuras en blanco y negro, dado que su trabajo será reproducido de esa manera en muchos casos. No use colores para las gráficas, a menos que sea absolutamente necesario.

Los símbolos usados en una gráfica deben definirse en la leyenda y no dentro de la gráfica misma. Deben ser símbolos sencillos, como círculos, cuadrados, triángulos y rombos. Si los usa en blanco y negro tendrá ocho símbolos disponibles. Nunca debería tener más de esa información en una sola figura.

Use alguna forma elegante y sobria de presentar esa información, no abuse de ornamentación como si fuese un anuncio de venta de algún producto. Lo importante es la información que se comunica mediante una figura, y no la ornamentación que se le ponga. En el ejemplo a continuación se exagera la ornamentación, lo que distrae al lector y le dificulta apreciar los datos que se han graficado.



(a)

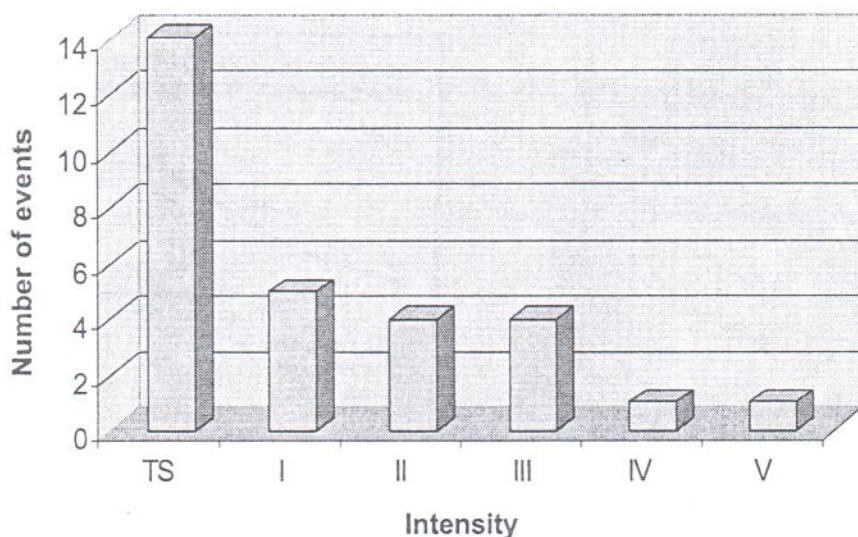


(b)

Figura xx. (a) El arte domina sobre la información. (b) La información es lo principal. (Figura reproducida de Davidson y Ambrose 1994, pp. 141. reproducida con autorización de Anker Publishing Co., Bolton, MA).

Todos los autores recomiendan no usar gráficas con tres ejes cuando lo que se quiera representar sea algo en dos dimensiones. La figura a continuación ilustra ese aspecto. El lector percibe una representación que intenta ser 3D, pero solo tiene información en un plano. Su memoria visual le confundirá una vez que ya no tenga la figura a la vista.

Gráfica 3D representando una situación 2D



Use las convenciones usuales para presentar números. Por ejemplo,

- Escriba los números de uno a nueve con palabras, pero use números a partir del 10.
- Los números de figuras, tablas y ecuaciones van siempre con números (Figura 4).
- Cuando se refiera a figuras, tablas o ecuaciones genéricas, escriba la palabra en minúscula (“...como se observa en la siguiente figura...”; “la última ecuación...”). Pero si se refiere a figuras, tablas o ecuaciones específicas, la palabra va en mayúscula (“...en la Figura 4...”; “...los datos se listan en la Tabla 3...”).
- Evite notación científica ( $4E3$ ), es preferible escribir  $4 \times 10^3$ .

Actividad: En esta actividad se busca analizar la claridad de un escrito científico. Lea el texto siguiente y responda:

- Los terremotos grandes no ocurren a intervalos aleatorios porque: (a) Lleva tiempo acumular la energía de deformación para llegar a la rotura. (b) Las tasas a las que las placas acumulan energía en los contornos es casi uniforme.
- El autor sostiene que para un segmento de falla determinado, el intervalo entre terremotos grandes es: (a) aleatorio, (b) aproximadamente uniforme, (c) variable.

Texto	10	Estilo de escritura
<p>Terremotos grandes a lo largo de segmentos de falla no ocurren a intervalos aleatorios, porque toma tiempo acumular la energía de deformación para llegar a la rotura. Las tasas a las que se mueven las placas tectónicas y acumulan energía en sus contornos son aproximadamente uniformes. Por lo tanto, se esperarían intervalos casi constantes (en primera aproximación) entre grandes roturas del mismo segmento de una falla. Sin embargo, el tiempo de recurrencia puede variar la idea de movimientos fuertes periódicos y puede necesitar modificarse si los movimientos subsiguientes tienen diferente cantidad de deslizamiento a través de la falla. A menudo, el largo y deslizamiento transversal de grandes roturas de bordes de placas varían por un factor de dos. Por ejemplo, el intervalo de recurrencia a lo largo del segmento sur de la falla de San Andrés es de 145 años, con variaciones de varias décadas. Cuanto menor sea la desviación estándar del intervalo de recurrencia promedio, más específica será la predicción a largo plazo de un futuro movimiento fuerte. [Adaptado de Gopen y Swan, 1990].</p>		



## GENERACIÓN DE TÍTULO Y RESUMEN

3

### 3.1 EL TITULO Y RESUMEN DE LA TESIS

El título de un trabajo científico en general y de una tesis en particular, es sumamente importante. Cuando un potencial lector ve el título debe indicarle, en pocas palabras, si la tesis puede interesarle. Para ello, el título debe contener algunas palabras que sean claves del contenido del trabajo y debe permitir comprender su esencia.

Las tesis y artículos se indexan en base a su título y palabras clave, de modo que si el título no es bueno, puede que nunca llegue a alcanzar a su audiencia.

Un título debe ser sintético, tanto que en general no puede exceder de 100 a 150 letras, incluyendo espacios en blanco. La revista *Science* no permite títulos de más de 90 caracteres. Por lo tanto, es necesario emplear esas pocas letras de una manera eficiente para transmitir un mensaje.

Para poder analizar un título conviene dividirlo en frases. Por ejemplo, consideremos algunos títulos:

- "Comportamiento de / naves industriales / bajo cargas de viento y nieve."
- "Algunos aspectos de / la simulación de la formación de metales / usando técnicas explícitas de elementos finitos."
- "Aspectos de / la formulación e implementación / mediante elementos finitos / de elasticidad isótropa con grandes deformaciones."

Esto ayudará a identificar qué es superfluo y qué es importante. En un título podemos distinguir entre frases de diferente importancia:

- Esenciales
- Importantes
- Complementarias
- Superfluas
- Duplicadas

### 3.2 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR UN TITULO

Hay algunas recomendaciones generales que pueden ayudar a escribir mejor un título:

**No usar palabras que están sobreentendidas por los lectores.**

**No usar frases superfluas.** Hay que evitar gastar las pocas letras de que se dispone en frases superfluas. Ejemplos de frases superfluas son

- "Método para..."
- "Una investigación sobre..."
- "Propuesta para..."
- "Procedimiento para..."
- "...aplicado a la resolución del problema de..."

Todas esas frases pueden ser eliminadas sin modificar la información que se transmite al lector.

**No incluir dos veces la misma idea.** Evitar disyunciones ("o").

Por ejemplo, debe evitarse: "... discretización óptima o de optimización...".

**No escribir frases que sean demasiado generales.** Tampoco ayudan las que no contribuyen a especificar de qué trata el trabajo y qué es lo nuevo que se propone.

- "Consideraciones fundamentales / para el análisis por elementos finitos / de estructuras de cáscara".

Lo único específico en ese título es que se refiere a cáscaras, pero cientos de artículos tratan de ese tema. ¿Qué es lo específico de esta contribución? Nos deja sin respuesta.

Consideramos el índice de un número (elegido en forma arbitraria) de una prestigiosa revista sobre métodos numéricos, que se edita en español. Los títulos de los artículos de ese número son los siguientes:

- “Consideraciones sobre una variante del método de Rayleigh” (50 caracteres).
- “Estudio numérico de la electrificación de nubes” (41 caracteres).
- “Una contribución al análisis de problemas de flujo compresible sin utilización de viscosidad artificial” (89 caracteres).
- “Estudio de algunos problemas básicos de localización de deformaciones mediante elementos finitos” (85 caracteres).

Invitamos al lector a reducir el número de caracteres de cada título. Encontrará seguramente que la información efectiva que transmiten esos títulos es muy escasa. Por ejemplo, el tercer artículo podría titularse

- “Flujo compresible sin utilización de viscosidad artificial”

que tiene 52 caracteres, o sea el 58% del largo original. Eso significa que el autor podría haber transmitido más información específica o bien podría impactar al lector con pocas palabras bien elegidas.

**Resaltar la originalidad del trabajo.** El título debe ser representativo del contenido de la tesis, y si su trabajo ha logrado un avance importante del conocimiento, entonces eso debe verse reflejado en el título.

- “Una nueva formulación no lineal de elementos de placa con espesor intermedio”.

**Explicitar la especificidad de un trabajo.** Si un estudio se ha limitado a una región geográfica específica o a un sistema específico, entonces debe aparecer en el título. Si el estudio ha usado un producto químico determinado y la validez está restringida a ese químico, entonces debe aparecer en el título.

**Escribir el título en estilo formal.** El título debe parecer profesional y preciso: un título demasiado informal sugiere que la tesis o el artículo es

también informal. Hay quienes intentan atrapar al lector con un título sorprendente, impactante o desconcertante.

- “De tal palo tal astilla: influencia de delaminación en materiales compuestos de madera laminada”.
- “¿Quién se rompe primero en compuestos de madera laminada: la lámina o el adhesivo?”

**Actividad:** Considere el título de un artículo de su especialidad y critíquelo. Proponga títulos alternativos.

### 3.3 EL RESUMEN

Un resumen le explica al lector por qué se hizo la investigación y por qué los resultados son importantes. Es una revisión corta de la tesis, o también puede verse como una versión extendida del título. Un resumen tiene alrededor de 300-400 palabras, de modo que las posibilidades de explicar la tesis son limitadas. Hay que ir a lo esencial.

Un resumen bien escrito debe permitir que el lector identifique los contenidos más importantes de una tesis de manera rápida y precisa. A partir de esa identificación, el lector podrá evaluar si el escrito es relevante para sus propios intereses y tomar la decisión si le conviene leer el trabajo. Estudios sobre escritura de trabajos científicos concluyen que de cada 1000 personas que leen un resumen, solamente 20 leen el artículo completo.

Todo resumen debe ser autocontenido, de manera que pueda leerse en forma independiente del trabajo completo.

McCuen (1996) recomienda incluir cinco elementos en un resumen:

- **El problema:** ¿Cuál era el problema existente que hizo que la investigación valiera la pena?
- **La meta de la tesis:** ¿Qué hipótesis general estaba siendo investigada? Se puede incluir una breve declaración de objetivos específicos.
- **La metodología y datos:** ¿Es original la metodología de solución o los datos? Si es así, ésta puede ser descripta para atraer la atención del lector. Si no es así, no enfatice la metodología en el resumen.

- **Los resultados y conclusiones:** ¿Qué resultado de la investigación es significativo en términos del estado del arte? La investigación, ¿cómo cambia el pensamiento tradicional sobre el tema?
- **Las implicaciones:** ¿Cómo ayuda la investigación a resolver el problema profesional que motivó la misma? Si usted realizó la investigación, entonces debe tener una perspectiva especial concerniente al tema. El resumen debe alertar al lector con respecto a las implicaciones de la investigación.

Esa puede ser una lista de gran ayuda para resumir una tesis. También es de gran ayuda cuando uno debe revisar una tesis y determinar si el resumen está bien escrito o si le faltan elementos.

Si el resumen debe ser aun más breve (no más de 150 palabras), como en el caso de algunas revistas científicas, se recomienda incluir:

- Breve información de apoyo: una oración que incluya una introducción general al campo de trabajo y que sea comprensible para un lector general. A continuación va una oración más detallada y específica del estudio.
- Resultados.
- Métodos, cuando tengan alguna novedad.
- Conclusiones, en términos que sean comprensibles para un grupo amplio de lectores.

### 3.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR UN RESUMEN

El mejor momento de escribir el resumen es cuando el resto de la tesis está terminada.

**No incluir referencias dentro del resumen.** Por ejemplo, no escriba: “Este trabajo extiende el desarrollo de Pérez (1995).”

**No incluya acrónimos o abreviaturas en el resumen.** Por ejemplo, en el resumen no escriba: “El estudio se restringió a la DGRH”; “usando las Rel. Int. del país”.

El resumen debe escribirse en un solo párrafo, sin puntos aparte.

**Actividad 1:** Usando el material presentado en el Texto 1, escriba un resumen de la investigación.

**Actividad 2:** Identifique los elementos presentes y los que se han omitido en el resumen del texto siguiente.

Texto	11	Resumen de una tesis
<p>Esta tesis presenta un modelo termo-micro-estructural para la simulación del proceso de solidificación de una fundición dúctil de composición eutéctica. En el nivel macroscópico se escribe el balance térmico, que toma en cuenta tanto la pieza que se moldea como su molde. La evaluación de la microestructura se representa mediante modelos de nucleación y crecimiento del grafito y austenita y la segregación del silicio. Para resolver la formulación se usa el método de elementos frutos en el dominio macro, en el cual se toma en cuenta la evolución de la microestructura en los puntos de integración de Gauss. Con los resultados numéricos se construyen curvas de enfriamiento, que se comparan con resultados experimentales de otros autores, lográndose un acuerdo aceptable. Se estudia la sensibilidad de la respuesta con respecto a cambios en los parámetros del modelo, como tasa de enfriamiento y constantes de nucleación. Se concluye que en el modelo representa adecuadamente la evidencia disponible tanto en forma cualitativa como cuantitativa. Se discuten formas de mejorar el modelo.</p>		

## LA APERTURA DE LA TESIS

4

Este capítulo (que en un trabajo científico es solo una sección) se denomina Introducción porque introduce al lector a la problemática que dio origen al estudio. En muchas universidades es obligatorio presentar una propuesta de investigación cuando se inicia el trabajo de tesis; esa propuesta debería ser la base de los capítulos Introducción y Revisión de la Literatura.

Preferentemente, no debería haber subtítulos en este capítulo, sólo títulos. Las secciones del capítulo pueden ser: Motivación, Importancia del tema, Alcance de esta tesis, Objetivos, Metodología, y Contenidos de esta tesis.

### 4.1 LA SECCION DE MOTIVACION

Debe haber una justificación de por qué se ha realizado este estudio: ¿Qué motivos hay para estudiar el problema? ¿Por qué se ha elegido este objeto para el estudio?

Esta es una sección argumentativa. El autor debe convencer al lector que tuvo suficientes motivos para estudiar este tópico. La motivación se escribe en presente, y puede incluir los argumentos siguientes:

**Que es un problema importante**, debido a sus consecuencias para la ingeniería, la economía, la sociedad, la seguridad, la ciencia, etc.

Texto	12	Motivación
		Desde la edad de bronce hasta nuestros días, ha permanecido viva la necesidad de almacenar y conservar el material granular durante períodos de tiempo más o menos prolongados. El hecho que la naturaleza provea una cantidad abundante de productos, por ejemplo agropecuarios, durante unos pocos días al año, requiere que éstos deban retenerse hasta el momento final de su utilización o comercialización.

Que es un problema complejo, que justifica esta investigación. Debe indicar qué variables hay involucradas, qué factores tienen influencia sobre este fenómeno.

Texto	13	Motivación
		Hay varios motivos para estar preocupados con esos esfuerzos y deformaciones. Primero, los tanques no se encuentran aislados de otros componentes en una planta industrial, sino que tienen tuberías y conexiones que pueden dañarse debido a desplazamientos verticales. Segundo, desplazamiento excesivo de las paredes del cilindro afectan la operación normal de un techo flotante interior. Tercero, una distorsión geométrica afecta la resistencia de la cáscara a pandeo bajo viento. Cuarto, puede ocurrir plasticidad en algunas zonas de la pared de la cáscara.

Que tiene complejidad suficiente (como no linealidad, acoplamientos, interdisciplinariedad) que hace que valga la pena investigar el tópico en una tesis (doctoral).

Texto	14	Motivación
		Hay dificultades tremendas en el trabajo experimental, principalmente porque uno precisa investigar un proceso sin tener acceso completo al mismo, y también porque los dispositivos de medición interfieren con el proceso que se está tratando de investigar.

Que el tema no está agotado con lo que hay en la literatura. Señalar brevemente las limitaciones de lo que han contribuido otros autores. Esto abre una oportunidad para hacer una contribución. La revisión detallada de la literatura va en otro lado.

Texto	15	Motivación
	No obstante, la evolución del progreso científico no ha sido la misma en todos los campos de aplicación y es usual encontrar temas poco desarrollados, como es el caso particular de silos. Para este tipo de problemas, las investigaciones relacionadas con una predicción más o menos realista de las solicitudes ejercidas por los materiales granulares ensilados ha recibido una limitada atención, como puede advertirse en la literatura.	

Texto	16	Motivación
	Aunque los estudios en la torre Ardeer enfatizaron el fenómeno, quedaron algunas incertidumbres. Varias investigaciones siguieron después del reporte de Ardeer para aclarar los efectos de imperfecciones geométricas como concentradores de tensiones, pero no hubo estudios sobre cómo se redistribuyen esos esfuerzos membranales y flexionales tan altos como consecuencia de las fisuras discretas que reducen la resistencia de la cáscara.	

Texto	17	Motivación
	Estudios previos de torres de enfriamiento de grandes dimensiones indican relaciones entre la amplitud máxima del desplazamiento horizontal y el descenso vertical en la fundación entre 3.5 y 6 veces. En la literatura se encuentran estudios equivalentes para tanques de almacenamiento. Sin embargo, las simulaciones computacionales de otros autores consideraron una formulación geométrica lineal, a pesar de que se identificaban desplazamientos muy grandes.	

Que recién en la actualidad se cuenta con los medios para tratar el problema (medios computacionales, experimentales, metodológicos).

Texto	18	Título del texto
	El avance significativo en el diseño estructural en los últimos años, como consecuencia de una mejor comprensión de la resistencia mecánica de los materiales gracias a la mecánica computacional, ha permitido realizar análisis estructurales mucho más racionales y por consiguiente, reducir sensiblemente los costos constructivos. Esto abre nuevas posibilidades, algunas de las cuales se exploran en esta tesis.	

Que hay motivaciones personales para abordar este tema.

Texto	19	Titulo del texto
El autor de esta tesis se interesó por problemas de pando de silos desde su contacto con este tipo de estructuras hace más de una década, pero este interés aumentó cuando observó los colapsos de silos ocurridos durante una tormenta en 1993 en su región de origen.		

#### 4.2 LA SECCIÓN DE IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

En primer lugar, debe definirse claramente el problema. A continuación, surge el interrogante: ¿Por qué es importante este problema? Usted deberá establecer por qué ese tema es importante, en qué tipo de situaciones interesa, quienes son los potenciales interesados o usuarios. Es una sección argumentativa. Aquí se argumenta:

Que otra gente ha considerado este problema y ha encontrado que tiene gran importancia. La importancia puede ser teórica, ingenieril, social, etc.

Texto	20	Importancia
Jackson, un experto en el tema, señala que éste es uno de los problemas más acuciantes en la industria petrolera del Siglo XXI.		

Que no considerar este problema en el pasado ha traído consecuencias negativas.

Texto	21	Importancia
En problemas similares, modelos en los que se han despreciado efectos de segundo orden han conducido a predicciones que son inseguras.		

Texto	22	Importancia
Los asentamientos diferenciales en tanques pueden tener consecuencias serias: (a) Se inducen desplazamientos fuera del plano de la cáscara en la forma de pando bajo un mecanismo de desplazamiento controlado. (b) Se desarrollan tensiones altas en la base de la cáscara en la región del asentamiento. (c) Se desarrollan tensiones altas en la placa de fondo del tanque.		

Texto	23	Importancia
En la literatura se han reportado fallas en tanques. Un caso muy importante fue la falla de un tanque para almacenaje de petróleo con 26.15m de radio en Japón en 1974. Esta falla tuvo varias consecuencias drásticas.		

Que resolver este tema puede tener gran impacto.

Texto	24	Importancia
Los mecanismos involucrados en la formación de una fundición dúctil son complejos y en el pasado se han hecho varios intentos para describirlos y explicarlos. Las mayores dificultades para construir un modelo satisfactorio están asociadas a la falta de evidencia empírica sobre que ocurre exactamente <u>durante</u> la solidificación. La importancia de la simulación en la reconstrucción de este proceso como la propuesta en este trabajo es crucial.		

Que si no se investiga más en este tema, no se van a poder solucionar los problemas actuales.

Texto	25	Importancia
Esta situación ocurre frecuentemente en cáscaras rebajadas y, si no se investiga más sobre su origen y mecanismos involucrados, podría llevar a fallas similares a la ocurrida en el edificio del mercado de Quito.		

#### 4.3 LA SECCIÓN DE ALCANCE DEL ESTUDIO

Una vez que se ha demostrado la necesidad de hacer este estudio, corresponde ahora establecer claramente el alcance y objetivos. ¿Cómo se ha acotado el problema en estudio? ¿Dentro de qué limitaciones se va a estudiar el tema? La sección contiene explicaciones sobre cómo se ha acotado el tema.

Acotar la temática se puede hacer mediante las preguntas que se intenta responder:

Texto	26	Alcance
En esta investigación se considera el comportamiento no lineal geométrico de estructuras de tanques de pared delgada sometida a asentamientos		

localizados. Las preguntas principales que se abordan son: ¿Cuál es el patrón de desplazamientos que se inducen en la cáscara debido a los asentamientos verticales? Para desplazamientos verticales del orden del espesor de la cáscara, ¿los desplazamientos radiales pueden considerarse dentro de las hipótesis de una teoría lineal? ¿Es necesario emplear relaciones cinemáticas no lineales para la cáscara?

En este caso las dos últimas preguntas apuntan lo mismo. Esta repetición indica que el autor quiere enfatizar ese aspecto del problema.

**De las posibles configuraciones o situaciones**, sólo se van a estudiar unas pocas.

Texto	27	Alcance
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se consideran sistemas estructurales con propiedades elásticas, no holónomos, esclerónomos, conservativos y discretos.</li> <li>• Se consideran tanques circulares de acero, bajo excitaciones sísmicas horizontales.</li> <li>• Se investigan materiales compuestos fabricados por pultrusión.</li> </ul>

**De las posibles localizaciones geográficas**, se van a estudiar algunas.

Texto	28	Alcance
		... las condiciones climatológicas que se dan en la costa sur de Inglaterra.

**De los posibles enfoques**, se optará por uno o varios, como el enfoque computacional o teórico o experimental o combinaciones.

Texto	29	Alcance
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se llevan a cabo experimentos físicos sobre sistemas en escala real, sino que se estudian modelos en escala reducida.</li> <li>• El enfoque de esta tesis es esencialmente teórico y numérico, pero se realizan comparaciones con resultados experimentales (obtenidos por otros investigadores) con el objetivo de validar la formulación y la herramienta numérica desarrollada.</li> </ul>

#### 4.4 LA SECCIÓN DE OBJETIVOS DEL ESTUDIO

¿Qué se quiere lograr? Se declaran los objetivos, pero no se argumenta nada. Cada objetivo empieza con un verbo en infinitivo. No hay que confundir objetivo con procedimiento.

Debe haber un objetivo general (o a lo sumo dos) y varios objetivos específicos (unos tres, no más de siete). Los objetivos específicos deben ser operativos. Ejemplos de objetivos generales y específicos se ofrecen en los textos siguientes.

Texto	30	Objetivo general
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Extender la teoría general de estabilidad para incluir sistemas que presentan trifurcación.</li></ul>

Texto	31	Objetivos específicos
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluar la influencia del movimiento del líquido en los modos de pandeo de tanques de acero.</li><li>• Formular en forma consistente el problema de bifurcación lineal de láminas de revolución bajo cargas arbitrarias y comparar con métodos simplificados de uso común.</li><li>• Explicar la respuesta no lineal cinemática de recipientes de presión esféricos bajo presión interna.</li><li>• Determinar la importancia práctica de estos efectos en el diseño.</li></ul>

La tesis debe contener estudios específicos para cada objetivo, así que en las conclusiones habrá que identificar de qué manera se alcanzaron esos objetivos.

#### 4.5 LA SECCIÓN DE METODOLOGÍA

¿Cómo se va a hacer lo que se va a hacer? Depende del enfoque de la tesis, experimental, computacional o teórico. No se explica toda la metodología, sólo se enuncia aquí la que se va a usar, pero los detalles van en un capítulo especialmente dedicado al tema.

Texto	32	Metodología
		<p>El programa de elementos finitos para propósitos múltiples ANSYS (2004) se usó para calcular los desplazamientos de la cáscara bajo cargas impulsivas. El cilindro y la mayoría de la superficie del techo se modelaron con elementos</p>

cuadriláteros de cáscaras (STR5) de 8 nodos, mientras que fue necesario emplear elementos triangulares (STRI65) para modelar la parte central del techo.

#### 4.6 LA SECCIÓN DE CONTENIDOS DE LA TESIS

¿Cómo está organizada la tesis? ¿Cuántos capítulos y apéndices tiene? Es una sección descriptiva. La descripción se hace en unas seis líneas para cada capítulo, como si fuera un pequeño resumen del capítulo.

Texto	33	Contenidos
		En el Capítulo 4 se estudian las condiciones de equilibrio para sistemas estructurales con restricciones en los desplazamientos. Se discuten distintas técnicas numéricas derivadas de la programación matemática para la determinación de un estado de equilibrio. Finalmente, mediante el empleo de la técnica de perturbaciones, se establecen condiciones de unicidad de las trayectorias de equilibrio que pasan por un estado conocido.

Texto	34	Contenidos
		Esta tesis está dividida en tres partes. En la primera parte (que incluye los Capítulos 2 y 3) se presentan los fundamentos teóricos que enmarcan las posteriores aplicaciones numéricas. En la segunda parte (Capítulos 4 al 8), se presenta la formulación y su aplicación vía elementos finitos. La tercera parte (Capítulos 9 al 11) presenta aplicaciones de las herramientas desarrolladas.

#### 4.7 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR UNA INTRODUCCION

Muchos autores recomiendan que éste sea el último capítulo de la tesis que se escribe, aunque va al principio como Capítulo 1.

No cuente el final de la historia en la introducción (es tan frustrante como hacerlo en una novela o en una película), de modo de mantener el suspense o expectativa que justifique la lectura de la tesis. Tampoco describa aquí las observaciones y las conclusiones.

El alcance se escribe en tiempo presente y delimita el campo que se va a estudiar, para convertirlo en un tema dentro de ese campo.  
La metodología se escribe en presente.

La metodología no puede ser parte del objetivo principal. Por ejemplo, una forma incorrecta es: “El objetivo principal de esta investigación es desarrollar una metodología simplificada para estimar pérdidas debidas a terremotos en edificaciones de tipo industrial basadas en curvas de fragilidad”. Una versión mejor sería: “El objetivo principal de esta investigación es lograr estimaciones de pérdidas debidas a terremotos en edificaciones de tipo industrial”.



## REVISIÓN DE LITERATURA

5

### 5.1 ¿QUE ES UNA REVISION DE LA LITERATURA?

Se denomina “Revisión de Literatura” a un informe acerca de los trabajos previos existentes sobre un tema determinado. La revisión de literatura debe discutir los aportes realizados por otros investigadores en el área, con clara mención a las limitaciones de los estudios previos (qué se sabe y qué no se sabe), que justifican que Ud. vuelva a plantearse las preguntas de otros. Esto permite que el lector pueda evaluar la importancia de la tesis y su contribución en el contexto de lo que ya se conoce, sin necesidad de revisar por sí mismo todos los aportes de autores previos en el tema.

Generalmente, las revisiones de literatura abarcan períodos determinados, como los últimos 10 años, o los últimos 50, de acuerdo a cuán dinámica haya sido la variación de aportes en el tema considerado. Por ejemplo, una revisión de teorías de cáscaras en ingeniería estructural deberá remontarse al trabajo de Love en 1884, porque los trabajos posteriores se basan en ése. Pero una revisión de nano-tecnología solo incluirá los últimos 10 años.

En la revisión, el escritor debe llevar al lector en una visita guiada en el área de interés, resaltando los aportes más notables de cada trabajo considerado desde la perspectiva del escritor. Esto ayudará a que el lector aprecie las complejidades y desarrollos ya efectuados en el área de estudio y a decidir qué trabajos de la revisión debería leer en forma detallada para entender mejor cuáles son los logros significativos previos.

¿Cuántas referencias deben colocarse? En una tesis de maestría no es necesario ser exhaustivo, pero sí indicar en qué otros trabajos se basa

éste, tanto sea por el tipo de problema que se estudia, por la teoría, por la metodología y por el tipo de resultados. En una tesis doctoral es necesario ser exhaustivo, sin dejar de lado los aportes previos más importantes.

## 5.2 EL PUNTO DE VISTA EN UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Toda revisión de literatura se hace con un fin determinado, y como tal, está asociada al punto de vista desde el cual se consideran los escritos previos. De manera que, dado un tema, puede haber diferentes puntos de vista desde los cuales se explora, y eso hace que se incluyan o excluyan trabajos previos de acuerdo al interés del escritor.

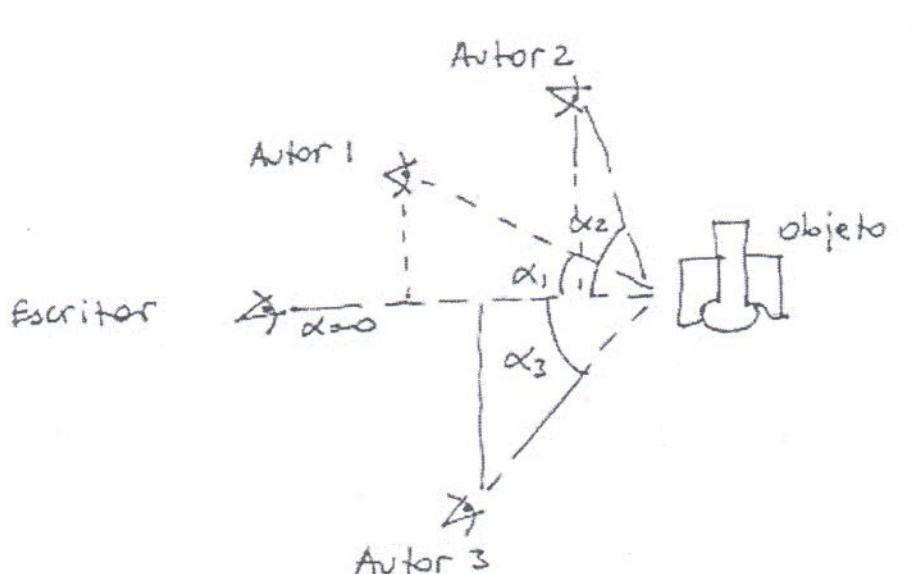


Figura 5.1. Ilustración de puntos de vista en la mirada de un objeto, en este caso, un tema en estudio.

Para ilustrar este aspecto, consideremos que Ud. mira un objeto desde una perspectiva, y tomaremos el ángulo de perspectiva como metáfora para el análisis (como se esquematiza en la Figura 5.1). Un Autor 1 también ha considerado el mismo objeto, pero desde una perspectiva distinta, digamos  $\alpha_1$  con respecto a la suya. No todo lo que observa el Autor 1 es de utilidad para Ud., sino que podemos imaginar alguna proyección sobre su ángulo de mirada. Un Autor 2 quizás tenga un ángulo de mirada  $\alpha_2$ , aún más diferente del suyo, de modo que quizás le aportará menos a la revisión desde su perspectiva. Claramente no tendría sentido describir todo lo que vió el Autor 2, dado que su perspectiva es muy distinta, aunque miraba el mismo objeto.

### 5.3 REVISIÓN COMO CRÍTICA DE LA LITERATURA

Una revisión es una argumentación que debe poner su investigación en el contexto de los logros de otros autores que le precedieron.

Las referencias deben citarse en forma crítica, no meramente como un listado o inventario. Una revisión no consiste en generar una base de datos. La revisión de literatura del ejemplo siguiente (tomado de una tesis de maestría) es deficiente porque está formada por un listado de fichas bibliográficas, que seguramente fueron de ayuda al autor pero que no le sirven demasiado al lector.

Texto	35	Revisión deficiente: Fichas bibliográficas
		<p>La recopilación de información realizada resultó insuficiente para la optimización del diseño de la estructura. Por tal motivo se hace necesario introducir investigación basada en CFD para cuantificar mejor este fenómeno. Los trabajos que resultaron de mayor interés fueron los siguientes:</p>
		<p>“Wind loads on circular storage bins, silos and tanks: I. Point measurements on isolated structures”. En este trabajo se presenta un análisis de túnel de viento realizado sobre estructuras similares a las de interés, pero de mayor altura relativa. Pese a esto, dicha publicación resultó de gran ayuda ya que se describe con precisión las características del flujo utilizado, así como la distribución de presiones obtenida para silos/tanques de relación de aspecto 1:1 de techo cónico en régimen postcrítico (<math>Re &gt; 1x10^5</math>).</p>
		<p>“Aerodynamic forces on circular cylinders of finite height”. En este trabajo se presenta un estudio realizado en túnel de viento donde se analiza la distribución de presiones y el coeficiente de resistencia en estructuras cilíndricas con relaciones H/D de 2 y 4, así como las variaciones de estas variables en función de la relación H/D y de la rugosidad de la superficie de la estructura para regímenes de flujo transcrítico.</p>
		<p>“Computation of turbulent shear flows over rough-walled circular cylinders”. En este trabajo se analiza el flujo bidimensional y tridimensional alrededor de cilindros con paredes rugosas utilizando un método computacional basado en la técnica de volúmenes finitos, acoplado con un modelo de turbulencia K-e. En el caso tridimensional, el cilindro analizado tiene una relación H/D de aproximadamente 3:1. El análisis se realiza en régimen transcrítico y se estudia el efecto de la rugosidad en el número de Reynolds de transición.</p>
		<p>“Computational fluid dynamic study of flow around floating-roof oil storage tanks”. En este trabajo se presenta un análisis por CFD del flujo alrededor de un tanque con techo flotante emplazado aisladamente en</p>

régimen postcrítico. Se utiliza un modelo de turbulencia K-e y la técnica de discretización utilizada es elementos finitos. La relación de aspecto del tanque es  $H/D = 0.5$ . Lamentablemente no se presenta la distribución de presiones en las paredes del tanque sino que se centra la atención en el flujo desarrollado en la cavidad dejada por el techo flotante al subir y bajar.

“Model studies of wind loads on flat-top cylinders”. En este trabajo se presentan los resultados de un ensayo en túnel de viento realizado sobre tanques con relaciones alto/diámetro entre 0.25:1 y 1.75:1 en régimen postcrítico. Al final del mismo se ajustan funciones de interpolación para las distribuciones de presiones medidas sobre tanques de distintas alturas relativas. La única contra de este análisis es que la corriente incidente resulta muy distinta a la de la capa límite atmosférica de interés.

De los recién citados, el trabajo de Macdonald et al. fue el de mayor utilidad para el presente desarrollo, ya que a falta de una satisfactoria descripción de la distribución de presiones sobre las estructuras de interés, se hicieron indispensables resultados experimentales sobre estructuras comparables, a fin de validar el proceso de simulación propuesto.

En el ejemplo anterior, la secuencia está dada por artículos, no por autores o por ideas. Cada artículo se describe de manera independiente de los otros y no hay un flujo de ideas que se argumenten.

Cuando se cita el trabajo de otro investigador, debe quedar claro qué relación tiene con la investigación que se reporta, qué es lo esencial de ese trabajo y cuáles son las limitaciones, miradas desde los objetivos de la presente investigación. De nada vale listar un número grande de referencias si no se puede decir nada acerca de ellas.

En el texto a continuación se muestra una revisión en un campo de trabajo incipiente, en el cual solamente se han podido identificar tres autores. En este caso se discute cada uno de los autores por separado.

Texto	36	Revisión con tres autores destacados
A través de la historia de la ingeniería han ocurrido muchos accidentes en infraestructura civil. Las consecuencias de algunos de esos accidentes han sido dramáticas y han producido pérdidas humanas, materiales y económicas significativas. Debido a ese impacto, hay una literatura importante que se ocupa de accidentes, tanto referencias de tipo educativo (Voland 1998, Hendley 1998), desde el punto de vista de la seguridad (Blockley 1992), como desde el punto de vista de identificación de las causas (Sibly y Walker 1977, Ferry 1984, Lancaster 2000). Sin embargo, en la mayoría de los estudios, el tratamiento es de tipo casuístico y no se llegan a presentar aportes sistemáticos más generales. Por eso, hay una gran necesidad de contar con		

estudios más abarcadores, en los que se conceptualicen los accidentes de tal manera que sirvan como marco de análisis de casos específicos.

En la actualidad hay algunas teorías formuladas de manera más rigurosa y tres de ésas se consideran a continuación. La teoría de Perrow (1984) examina sistemáticamente los sistemas de alto riesgo y constituye una teoría de sistemas, de su potencial de falla y de la recuperación de la falla. Según Perrow, la causa de un accidente se encuentra en la complejidad del sistema, de manera que fallas que serían triviales en sí mismas se convierten en serias cuando interactúan. El término “normal” en Perrow tiene el sentido de propiedad inherente al sistema, que hace que ocasionalmente aparezcan interacciones múltiples e inesperadas entre fallas. El autor aclara: “Tal vez el aspecto más original del análisis es que se enfoca en las propiedades del sistema mismo, antes que en los errores de los propietarios, diseñadores y operarios” (Perrow 1984).

Petroski (1994) trata de explicar causas de muchos accidentes que se han producido a lo largo de la historia. Este autor llama la atención sobre la forma en que repetidamente se producen accidentes que podrían haber sido evitados si se hubiera generado, dentro de los participantes en el proceso de diseño, un juicio basado en la razón y en el estudio exhaustivo de otros casos de fallas conocidas. Las causas de fallas se deben a errores de diseño según patrones que se dan en la historia de la ingeniería de manera recurrente. De acuerdo con Petroski, los patrones de errores se pueden extraer de estudios de casos, mediante la identificación de ejemplos paradigmáticos.

Finalmente, Dörner (1989) postula que los accidentes se dan en sistemas complejos. Las causas de los accidentes radican en el proceso racional de la toma de decisiones por parte de los agentes que controlan el funcionamiento del sistema. Es decir, en la “inteligencia operativa” que controla el proceso de toma de decisiones.

Lo anterior nos indica que la literatura sobre accidentes en infraestructura es mayormente casuística, sin haberse llegado a establecer principios unificados de causas, de manera que aún existe la necesidad de contar con un marco teórico sobre accidentes en infraestructura.

Nótese que los autores Voland, Hendley, Blockley, Sibly y Walter, Ferry y Lancaster se citan con referencia a sus áreas generales de estudio porque no se usan como apoyatura para la investigación que se va a reportar. En cambio, los autores Perrow, Petroski y Dörner se citan explicando cuáles fueron sus contribuciones porque definen el marco teórico y sí serán usados como apoyatura en lo sucesivo.

En lo posible, la revisión de literatura debe tener como eje las ideas y no los autores. De manera que las referencias no deberían interrumpir el flujo de las ideas. Una manera de lograr eso es comenzar escribiendo sin incluir las referencias y luego añadirlas al final del párrafo.

Texto	37	Revisión basada en ideas
<p>Comportamiento de un anillo en una cavidad rígida</p> <p>Las estructuras constituidas por una lámina delgada rodeada por un medio rígido que le impide desplazarse en una dirección (hacia el exterior) pero sin ofrecerle restricciones a desplazamientos hacia el interior de la cáscara, pertenecen a la clase de problemas no holónomos [2]. Este tipo de componentes se encuentra principalmente en revestimientos de túneles [3], en recipientes de hormigón armado [4] o en recipientes de materiales compuestos [10]. El revestimiento es una lámina delgada, cuya función varía según la función de que se trate: en túneles provee una superficie suave que sirve para conducción de líquidos y gases [11]. En recipientes de presión, evita la corrosión del hormigón armado [13].</p> <p>En los casos mencionados anteriormente se pueden generar esfuerzos de compresión circunferencial en la cáscara que hagan peligrar su estabilidad. Básicamente se han encontrado dos clases de mecanismos que generan esa compresión: mecanismos que no implican desplazamientos del contorno [1], o bien procesos de contracción del macizo que rodea la cáscara [5]. En la literatura, estos mecanismos se conocen como de contorno fijo y de contorno móvil [5].</p> <p>Si se considera un anillo perfecto en una cavidad circular rígida no existe posibilidad de inestabilidad de la lámina con carga simétrica, tanto sea por mecanismos de carga de contorno fijo o móvil. Para que exista inestabilidad la lámina debe presentar imperfecciones en la geometría o tener asimetrías en la carga.</p> <p>La primera generación de soluciones consistentes de la ecuación geométrica no lineal de este problema [6, 15], resultaron no concordar adecuadamente con los resultados experimentales existentes en su momento [14]. Por ello, en una segunda generación se llevaron a cabo otros análisis considerando distintos tipos de imperfecciones [7]. Para el caso en que la imperfección se define a través de un lóbulo, la ecuación de la imperfección se definió mediante la amplitud y el ángulo de la imperfección [12]. La tercera generación consistió en encontrar la respuesta a cargas críticas de estos tipos de estructuras usando un análisis no lineal mediante elementos finitos, incluyendo grandes deformaciones y giros [16, 17]. Es dentro de este marco de análisis que se llevará a cabo la presente investigación.</p>		

El ordenamiento de la revisión de literatura puede también seguir una línea de tiempos. En el breve párrafo que se presenta a continuación, la revisión se remonta a la contribución original en el campo, y desde allí comienza a reconstruir otras contribuciones posteriores.

Texto	38	Revisión siguiendo una línea de tiempo
Uno de los primeros intentos de evaluar pérdidas de manera sistemática apareció en el libro de Freeman [1], publicado en 1932, quien consideró daños debidos a terremotos y su impacto en los seguros. El autor revisó la historia conocida de eventos que causaron daños y recogió datos de causas de esos daños, tanto estructurales como geotécnicas. El estudio posibilitó encontrar tasas de pólizas más justas frente a terremotos. Este trabajo estaba muy adelantado para su tiempo, y fue recién en los 70s que el número creciente de eventos catastróficos volvió a enfocar el desarrollo de herramientas para la evaluación de pérdidas [2].		

#### 5.4 OTORGANDO CREDITO A OTROS AUTORES POR EL USO DE SUS TEXTOS O FIGURAS

En el contexto de la investigación científica, se conoce como plagio al uso de textos, figuras, tablas o informaciones que hayan sido publicadas por otros autores, sin otorgarles el crédito correspondiente. El plagio también incluye el uso de ideas de otros como si fueran propias. De manera que si Ud. tomara un párrafo de otro autor y le cambiara algunas cosas para disimular, lo mismo estaría cometiendo plagio.

El plagio es una lesión a la ética científica pero además constituye una violación a las leyes de derecho de autor, que tienen vigencia tanto a nivel nacional como internacional.

- Si Ud. cita un párrafo textual de otro autor, debe ponerlo entre comillas e indicar la fuente y la página en la que se encuentra el párrafo.
- Si Ud. usa una figura que fue publicada en otro trabajo, debe solicitar autorización al dueño de los derechos de autor (copyright), además de indicar la fuente y la página en la que se encuentra la figura. Por ejemplo: “Figura reproducida de Davidson y Ambrose, 1994, pp. 141. Reproducida con autorización de Anker Publishing Co., Bolton, MA”.

Una fuente de plagio frecuente ocurre cuando una persona toma notas en una biblioteca usando trabajos publicados en revistas o libros. La persona sigue su trabajo en otro momento y se olvida del origen de lo que aparece en sus notas, creyendo que son sus propias ideas. Finalmente, incorpora esas anotaciones en su propio trabajo. Para evitar este tipo de descuido fatal, es importante que cuando tome notas de otros autores escriba los

párrafos entre comillas y coloque la fuente, incluyendo la página de donde lo copió.

## 5.5 RECOMENDACIONES PARA LA CITA DE REFERENCIAS

En las citas bibliográficas hay dos elementos diferentes: uno es la cita (que se hace dentro del texto) y otra es la referencia (que se lista al final del escrito).

Para las citas, hay dos sistemas importantes que se pueden adoptar:

- **Sistema de numeración.** Se numeran las referencias por orden de secuencia de acuerdo a su aparición en el texto (por ejemplo [2]). Se argumenta que esta forma de cita interrumpe menos el flujo de lectura del texto.
- **Sistema autor/año.** Se indican el apellido del autor y año de la publicación (por ejemplo García, 1996). Si son dos autores van los dos apellidos (García y Smith, 2001). Si son tres o más, va el primero y la frase en latín *et al.*, que quiere decir “y otros” (García *et al.*, 2002). Nótese que *et al.* va en itálica, por ser palabra extranjera). Si un autor escribió más de un trabajo en un año, se identifican con letras agregadas después del año (García 1996a, García 1996b). Se argumenta que esta forma de cita favorece la lectura de quien está interesado en saber rápidamente quién dijo qué.

La revisión de trabajos previos se hace mejor en tiempo pasado. Es preferible “Gómez (1954) demostró que...” en lugar de “Gómez (1954) demuestra que...”

Debe tener cuidado que todas las referencias que se listan al final deben estar citadas en el texto de la tesis. Además, todas las citas que aparecen en el texto deben estar listadas en la sección de referencia.

Una referencia contiene lo siguiente: autores, título del libro o artículo, casa editora y ciudad de publicación (en un libro pero no en una revista), título de la revista, volumen, número, página inicial y final del artículo, año de publicación.

Algunos ejemplos ayudan a aclarar la forma de escribir referencias, usando el sistema de autor/año.

Texto	39	Referencias
		Blockley, D. (ed.) (1992). <i>Engineering Safety</i> , McGraw-Hill, London.
		Chalmers, A. (1999). <i>What is This Thing Called Science?</i> , Tercera edición, University of Queensland Press. Traducido al español como <i>¿Qué es esa Cosa Llamada Ciencia?</i> , Siglo Veintiuno, Madrid, 2000.
		CEGB (1966). <i>Report of the Committee of Inquiry into the Collapse of Cooling Towers at Ferrybridge, Monday 1 November 1965</i> , Central Electricity Generating Board, London.
		Godoy, L. A. y López-Bobonis, S. J. (2001) "On the collapse of a reinforced concrete digester tank", en: <i>Thin Walled Structures: Advances and Developments</i> , J. Rhodes (ed.), Elsevier, Oxford, pp. 669-676.
		Johnson, C. (1999). "Why human error analysis fails to help system development", <i>Journal Interacting with Computers</i> , vol. 11 (5), pp. 517-524.

En cada referencia, hay una parte que se destaca mediante letra itálica, subrayada o negrita.

- En artículos de revistas (como Johnson en el ejemplo), se destaca el nombre de la revista.
- En libros (como Blockley en el ejemplo), se destaca el título del libro (no la casa editorial). Un informe técnico se trata como si fuera un libro (CEGB en el ejemplo).
- En artículos que han sido publicados en un libro (como Godoy y López-Bobonis en el ejemplo), se destaca el título del libro.

Hay que poner el año de la versión original de un libro, y luego aclarar si hay una traducción al español que Ud. usó. Ese es el ejemplo de la referencia Chalmers en el Texto anterior.

Hay varias convenciones sobre cómo citar volumen y páginas:

- [vol. 11 (5), pp. 517-524] puede escribirse alternativamente como [11(5): 517-524].

Hay varias convenciones sobre cómo citar casa editorial y ciudad en un libro:

- [McGraw-Hill, London] puede escribirse alternativamente como [London: McGraw-Hill].



## LA PARTE CENTRAL DE LA TESIS: METODOLOGÍA Y RESULTADOS

6

### 6.1 LA DESCRIPCION DE LA METODOLOGÍA

En este capítulo Ud. explica qué se ha hecho y cómo se ha hecho. Es necesario describir con bastante detalle la metodología que se ha empleado, de manera que otros investigadores competentes puedan repetir los ensayos o cálculos realizados. Se trata de descripciones de métodos, que generalmente siguen una secuencia cronológica.

Para iniciar la discusión, consideremos un ejemplo breve de descripción de metodología experimental.

Texto	40	Ejemplo de metodología experimental
		<p>En la revisión de la literatura se identificaron importantes vacíos en el conocimiento acerca de la capacidad resistente de las uniones en sistemas de cubierta y/o fachada en lámina metálica. Por ese motivo, se realizaron pruebas experimentales a escala real de configuraciones representativas de dichos sistemas encontrados en edificaciones industriales. De esta forma se evaluó la capacidad a fatiga y el modo de falla que presentan los elementos de fijación (tornillos) cuando se someten a ciclos de carga y descarga sostenidas de viento.</p> <p>Los detalles de las pruebas pueden resumirse de la siguiente manera: Se usaron láminas metálicas Tipo B y Tipo D, fijadas a perfiles de acero "W" por medio de tornillos autoperforantes tipo TEKS. El área de cada espécimen fue de aproximadamente 6' x 10', la cual se puede obtener usando dos planchas Tipo B de dimensiones 3' x 11' (o tres planchas Tipo D de dimensiones 2' x 11'), unidas entre sí por su dimensión mayor y fijadas a tres perfiles de acero, lo que corresponde a un modelo estructural que se asemeja a una viga</p>

continua de dos luces de 5.0' cada una.

Se ubicaron bolsas de aire individuales en cada una de las luces para cubrir toda el área de la cubierta y se cargaron uniformemente por medio de una placa de acero de distribución de carga, adherida al aparato de prueba que se muestra en la Figura 3.

Para aplicar la carga, se usó un actuador de carga hidráulico y una máquina MTS con un generador de funciones digital para simular el efecto de la carga de succión generada por el viento como una función sinusoidal. Los datos de entrada del actuador se convirtieron de voltios a unidades de presión. La presión por viento se calculó dividiendo la fuerza del actuador entre el área tributaria.

En muchos trabajos de la literatura, las cargas se aplican como un porcentaje fijo de la capacidad a carga estática, con una frecuencia de 1.5 Hz y se mide el número de ciclos de falla. En nuestro caso se siguió un protocolo de carga desarrollado por SIDGERS (Special Interest Group for Dynamic Evaluation of Roofing System) en 1999.

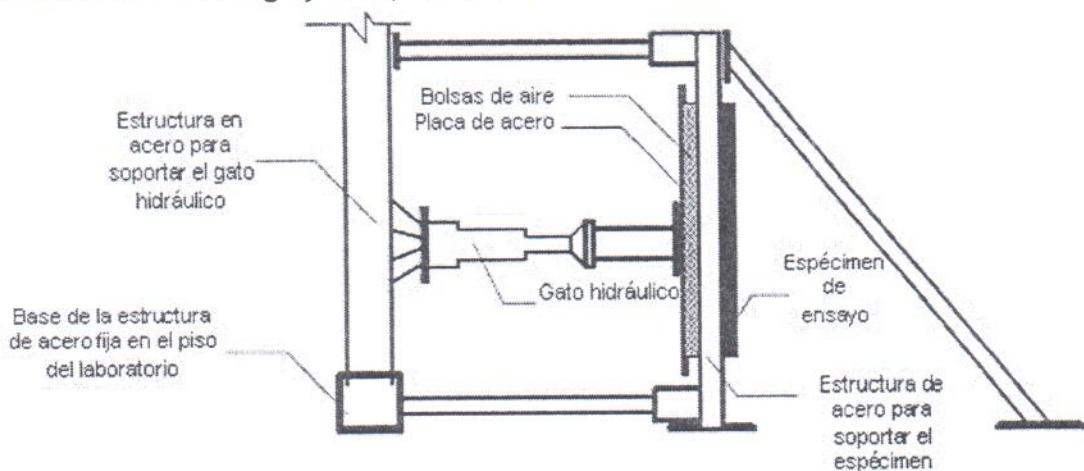


Figura 3. Diagrama esquemático del montaje de la prueba.

El siguiente ejemplo trata del desarrollo de un sistema computacional, a partir de lenguajes existentes.

**Texto 41**

Metodología usada para desarrollo computacional

El ambiente computacional desarrollado está compuesto por cinco partes fundamentales que interactúan entre sí para definir el sistema que analiza la interacción entre perforaciones sometidas a esfuerzos en placas planas. Estos componentes son el motor mecánico, la plataforma gráfica, el modelo mecánico, la base de datos y el motor geométrico. La relación entre estos componentes se ilustra en la Figura 4.1.

La plataforma gráfica se usa como la interfaz entre el usuario, los motores mecánico y geométrico, y el modelo mecánico. Sobre ella se grafican los resultados obtenidos. La plataforma gráfica usada para desarrollar el

modelo es AutoCAD 12 o superior (AutoDESK AutoCAD 1999).

La ventaja de usar AutoCAD radica en que, por ser un sistema CAD (Dibujo Asistido por Computador), da una serie de herramientas que facilitan el desarrollo de la parte gráfica del sistema, como la colocación de objetos (puntos, líneas, arcos y textos) en un espacio bidimensional o tridimensional sobre un sistema de referencia cartesiano, y su representación en la pantalla del computador. Además permite la clasificación de los datos por medio de los atributos y de la posición. Entre las maneras de clasificar los objetos que se encuentran en su entorno gráfico están:

- Por tipo de objeto: Todo objeto que está en el entorno pertenece a un tipo, por ejemplo es un círculo, línea, texto, arco o punto.
- Por capa: Una capa puede ser vista como una superficie transparente, si se ve en dos dimensiones, o un espacio transparente, si se ve en tres dimensiones, en donde se pueden localizar objetos. Todo objeto debe estar obligatoriamente en una capa que puede ser la general, llamada CERO o una capa creada por el usuario.
- Por atributo: Todo objeto en AutoCAD tiene atributos que lo definen. Entre los atributos están las coordenadas de los puntos relevantes, el color y el tipo de línea. Algunos objetos por sus características tienen atributos únicos como los textos que tiene la cadena de caracteres que representan, o los círculos que tienen entre sus atributos la longitud del radio. El usuario también puede definir atributos especiales, que se conocen con el nombre de atributos extendidos.

La anterior posibilidad de clasificación se ha utilizado para reproducir el diseño del modelo de datos en este trabajo, el cual se describe más adelante.

AutoCAD también tiene la ventaja de poder ser la interfaz entre el computador y el usuario (front end) de programas de computador hechos en lenguajes como Watcom C, Microsoft Visual BASIC, y AutoLISP, de proveer una serie de librerías que permiten conexión a bases de datos como Microsoft Access, Dbase III y IV, Oracle, entre otras, e intercambiar información con otras aplicaciones vía software de conexión.

Para los modelos y motores implementados en este trabajo, se ha programado usando AutoLISP (AutoDESK AutoLISP, 1996). Sin embargo ha resultado evidente que algunas funciones podrían implementarse en lenguajes más veloces que disminuyan los tiempos de procesamiento. En el capítulo de trabajos futuros se proponen otras plataformas gráficas que tienen capacidad de mover mucha mayor cantidad de información.

El motor geométrico tiene una librería de funciones especializadas que calculan las relaciones espaciales que se presentan entre los puntos con los que se discretiza tanto la placa como las perforaciones y que son necesarias para poder evaluar el modelo que se analiza.

La razón de considerar como un componente independiente al motor geométrico es poder utilizarlo a pesar de que se cambien los demás componentes del sistema. Esto permite que el usuario se concentre en la

implementación de funciones especializadas para solucionar un problema particular y utilice las Este motor genera la discretización de la placa mediante la colocación de una matriz de puntos clasificados para poderse diferenciar de otros, genera los contornos discretizados de las imperfecciones a analizar mediante la colocación de puntos clasificados para poderse diferenciar de otros y asiste en la presentación de resultados mediante el despliegue de información numérica y gráfica.

## 6.2 RECOMENDACIONES PARA LA DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA

- Puede que el trabajo sea principalmente experimental, en cuyo caso hay que describir cómo es el planteo de los experimentos, qué procedimientos se emplearon, qué instrumental se usó, cómo se construyeron los modelos o probetas, qué técnicas de ensayo se usaron, cómo se leyeron los resultados, cómo se procesaron.
- Si alguna parte de la metodología (o toda) es bien conocida, no la describa, simplemente provea las referencias bibliográficas adecuadas y mencione los detalles que la diferencien de lo estándar.
- Si el trabajo es de tipo teórico será necesario establecer cuáles son las hipótesis (suposiciones) que se han aceptado, qué teoría se emplea para representar el fenómeno, incluyendo las ecuaciones que definen el problema y la metodología de solución.
- Si el trabajo es de tipo computacional y se ha desarrollado un algoritmo o un código nuevo, debe describir los detalles a fin de posibilitar una buena comprensión de la metodología empleada.
- En la actualidad no se estila colocar programas de computadora en apéndices (hace años se hacía).
- En trabajos que emplean programas enlatados para obtener resultados, no se debe describir el programa, pero se debe indicar que módulos se han usado y los detalles que permitan que otro investigador pueda reproducir los estudios. Por ejemplo: “Se usó el programa Abaqus (2003) versión 6.6, utilizando el modelo de material elástico lineal y el modulo de análisis no lineal elástico, usando el algoritmo de Riks para el seguimiento de trayectoria”.
- Si hay varias alternativas de realizar un ensayo o cómputo, deberá explicar por qué optó por una y qué ventajas consideró con respecto a las otras posibilidades. Puede que la razón sea simplemente que tenía una alternativa disponible y no otras; en ese caso debe aclararlo para no provocar confusión.

### 6.3 LA PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

En trabajos de ingeniería los resultados normalmente se emplean para las siguientes finalidades:

**Para validar el modelo que se ha usado mediante criterios de coherencia externa.** En este caso se comparan los resultados con los de otros autores o con resultados publicados en otros trabajos del mismo autor, a fin de mostrar que hay acuerdo (o no) con algunos casos ya conocidos. Lo mejor es comparar con “benchmarks”, o sea con resultados clásicos que se han identificado para propósitos de calibrar modelos nuevos. A raíz de la comparación, el autor expresará que sus resultados están en buen acuerdo con los de otros autores o que hay diferencias de solo el 3% con los otros resultados. Hay que indicar claramente qué valores se han usado para establecer la comparación.

**Para validar el modelo que se ha usado mediante criterios de coherencia interna.** Si el estudio es numérico, podrán presentarse resultados de convergencia de la solución a medida que se refina el modelo computacional o resultado aumentando el número de términos de una solución. Puede que se hagan estudios analíticos considerando el orden del error que tiene la solución que se obtiene o estimaciones de error en modelos computacionales, tanto “a priori” como “a posteriori”.

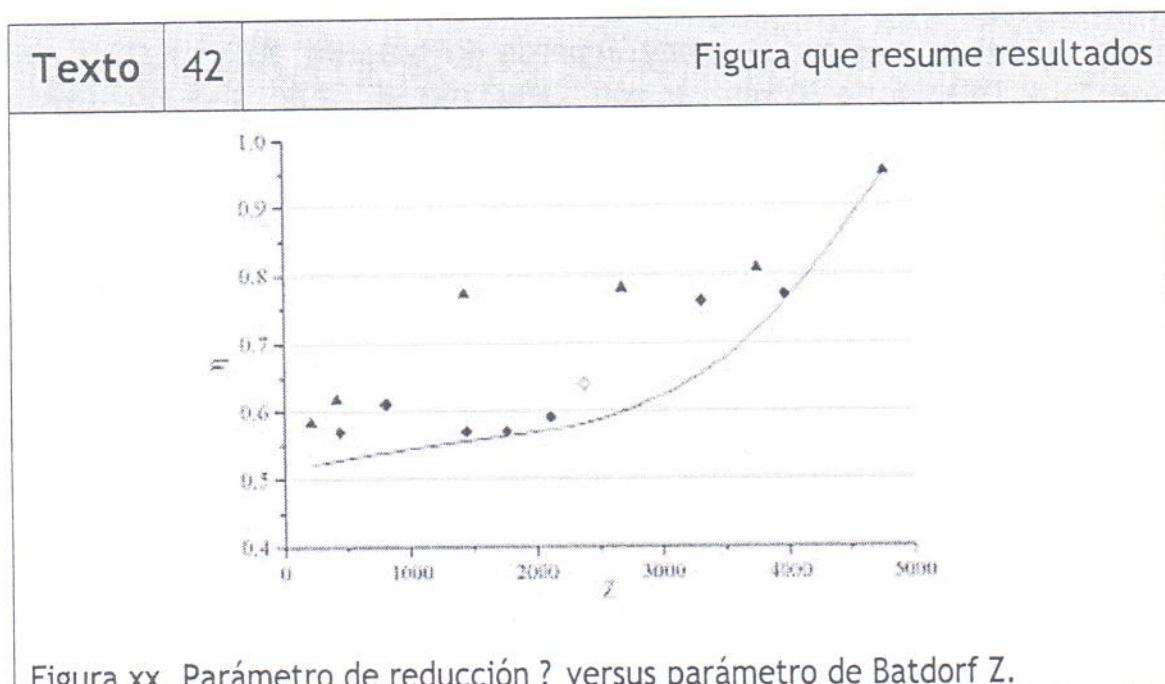
**Para ilustrar el tipo de comportamiento que se quiere descubrir.** Es el estudio de un solo caso que sirve de ejemplo fundamental y sobre el cual se pueden mostrar varios aspectos o mecanismos que ocurren. En muchos casos basta un solo resultado que muestre la ocurrencia de algún fenómeno nuevo o el comportamiento de un fenómeno.

**Para investigar cómo inciden distintos parámetros en la respuesta del sistema estudiado.** Aquí se muestran estudios paramétricos, en los que se controla un parámetro por vez y se dejan sin modificar los otros. En la actualidad, esta es la forma favorita para entender cómo se comporta algún fenómeno o sistema complicado.

Los resultados pueden tener naturaleza muy variada y cada una tendrá distintas formas de presentación. Hay casos en los que los resultados son fenómenos que ocurren y que no se prestan a una cuantificación, entonces habrá que describir las observaciones. Las formas comunes de presentar resultados son mediante tablas o gráficas. Nunca debe presentar los mismos datos usando dos formatos, en tablas y en figuras,

para evitar duplicaciones. Todas las tablas y figuras deben estar referenciadas dentro del texto.

Si los resultados son cuantificables, será posible emplear gráficas en dos o tres dimensiones o tablas con valores. La figura a continuación es una típica representación de un resultado obtenido por un autor y comparado con resultados de experimentos obtenidos por otros autores.



En este caso, los ejes coordinados tienen solamente los símbolos ? y Z que representan las variables, pero están identificados con sus nombres en la leyenda. ¿Qué elementos le faltan a esta figura?

#### 6.4 RECOMENDACIONES PARA LA PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

**Presente solo los resultados importantes.** Un error común es presentar todos los resultados que Ud. obtuvo durante su investigación. Considere que la mayoría de los lectores no están interesados en los resultados de experimentos que no funcionaron, ni en los datos en bruto, ni en varios experimentos que muestran casi lo mismo. Parte de esa información puede ir en apéndices.

**Presente los datos de manera digerida y condensada.** Para eso extraiga las tendencias principales que identifican los datos. Preséntelos de la manera más simple posible.

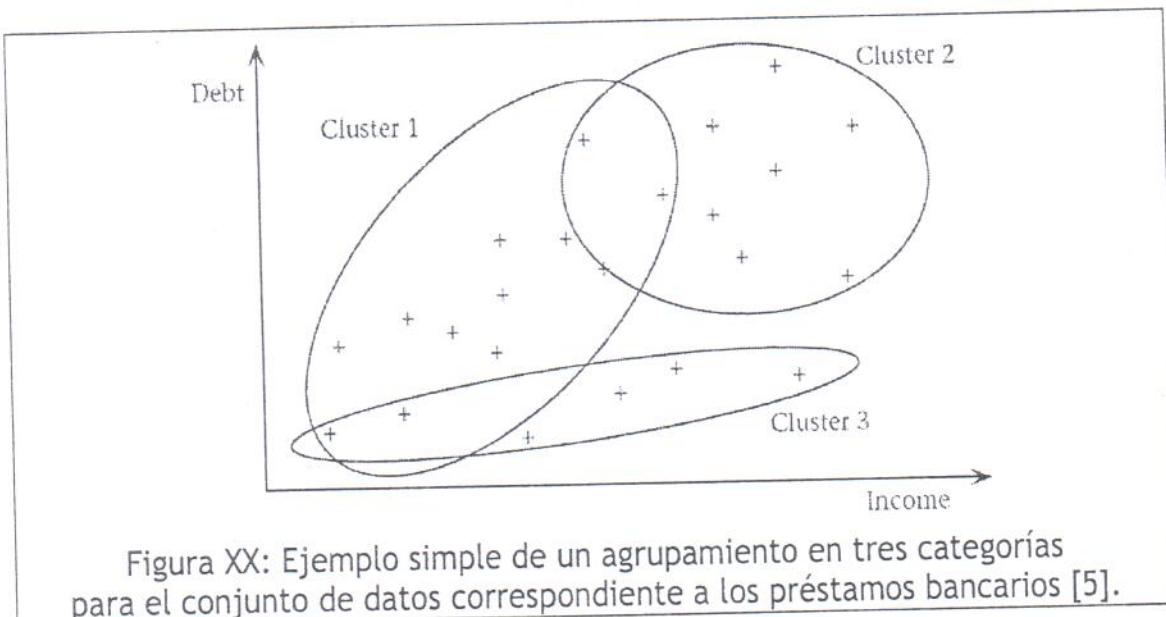
**Edite con cuidado los ejes de las gráficas.** Los ejes deben ser informativos y no deben incluir abreviaturas. Deben incluirse las unidades usadas. No extienda los ejes de una figura mucho más allá del rango de datos que presenta. Por ejemplo, si tiene datos entre 0 y 85, puede poner escalas de 0 a 100, pero no de 0 a 150. No use fondo gris en ninguna figura: en general se reproduce mal y no ayuda a mejorar la presentación.

**Sea honesto al presentar resultados.** Incluya los puntos que obtuvo para los cuales tiene una explicación y también los puntos que Ud. no comprende. Excluya los puntos que Ud. sabe que son inválidos.

## 6.5 LA DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS

La metodología que se describió en la sección pasada ha sido usada para obtener resultados, tanto sean experimentales, analíticos, computacionales o de otro tipo. Ahora hay que describir qué se obtuvo a consecuencia de usar esa metodología. En la sección de resultados no los interprete, sino que trate de describirlos lo más objetivamente posible.

Texto	43	Descripción de resultados
		<p>Entre los ejemplos de aplicaciones de agrupamiento en el contexto de KDD podemos citar el descubrimiento de subpoblaciones homogéneas de consumidores en bases de datos de marketing y la identificación de subcategorías espectrales en mediciones infrarrojas del cielo. En la Figura XX se puede apreciar un posible caso de agrupamiento en tres categorías o grupos para el conjunto de datos correspondientes al ejemplo de préstamos bancarios que se ha tratado en esta sección. Nótese que en este ejemplo los grupos se superponen; esto permite que las observaciones puedan pertenecer a más de un agrupamiento en forma simultánea.</p> <p>Las etiquetas de clase originales de los datos han sido reemplazadas por cruces (+) en la Figura XX con el propósito de indicar que los miembros de las diferentes clases ya no son más conocidos de antemano.</p>



## EL FINAL: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

7

### 7.1 ¿QUE ES LO VALIOSO DE UNA INVESTIGACION?

Las mayores dificultades que tienen los investigadores novatos para escribir conclusiones es que no identifican qué es lo valioso de lo que están comunicando. En términos generales, la actividad de investigación permite

- Descubrir algo nuevo.
- Formular un problema desde una nueva perspectiva.
- Generar un nuevo concepto.
- Resolver un problema existente.
- Desarrollar una metodología.
- Explicar un comportamiento.

Para enfatizar este aspecto, reproduciremos las palabras de Henri Poincaré sobre este particular: “Los hechos más interesantes son aquellos que pueden ser usados varias veces, aquéllos que tienen alguna probabilidad de ser recurrentes”<sup>4</sup>. Entonces debe preguntarse: ¿Hay hechos interesantes en su investigación? ¿A quiénes podrían serles útiles? ¿Quiénes podrían volver a usarlos?

Poincaré dice además que los hechos que tienen probabilidad de ser recurrentes son, en primer lugar, los hechos simples. Hay un gran valor

<sup>4</sup> Poincaré, Henri (1914), *Science and Method*, T. Nelson & Sons, London. Reimpreso por Dover, 1952.

asignado a la simpleza en ciencias. Poincaré escribió que “en un hecho complejo hay muchas circunstancias que se unen por azar y que solamente un azar aún más improbable los podría unir nuevamente”. De modo que si Ud. ha encontrado hechos que pueden expresarse de una forma simple, eso los hace mucho más atractivos. En disciplinas en las que las ideas se expresan mediante ecuaciones, los hechos simples están asociados a ecuaciones sencillas, en las que aparecen simetrías y términos que se pueden expresar de manera compacta. En disciplinas en las que las ideas se expresan mediante gráficos, la sencillez se traduce en patrones simples.

En principio, nos interesan los hechos que presentan una cierta regularidad, que tienen parecidos. Pero además nos interesan las excepciones, que tienen diferencias. ¿Qué podemos aprender de esas excepciones? ¿Cuáles son más acentuadas? ¿De cuáles podemos aprender más?

Finalmente, además de las semejanzas y diferencias, nos interesa descubrir las similitudes que están ocultas debajo de las discrepancias aparentes. Este es un nivel de comprensión mucho más profundo y sofisticado, en el que se trata de encontrar semejanzas ocultas entre discrepancias.

Parte de la tarea del científico, según Poincaré, es condensar una gran cantidad de experiencia y una gran cantidad de pensamiento en un volumen pequeño? ¿En qué medida su investigación ha contribuido a lograr una economía en el pensamiento o en el esfuerzo que es necesario invertir para hacer algo comprensible?

Quizás Ud. consiguió identificar un cierto número de hechos. ¿De qué manera puede usar un proceso de inducción para procesar de lo particular a lo general? La mayor parte de la gente que lea su trabajo no estará interesada en exactamente los mismos hechos que Ud. estudió, sino en las conclusiones de su estudio.

## 7.2 LA DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las discusiones son una parte difícil de un trabajo, porque aquí se pasa de resultados particulares obtenidos bajo determinadas condiciones, a tratar de generalizar buscando producir conocimientos que valgan para otras condiciones, o bien de establecer patrones sobre cómo funciona un

sistema. En las discusiones se hacen inferencias e interpretaciones, con imaginación y creatividad. Un trabajo en el cual el propio autor no logra entender sus resultados pierde mucho valor.

Las discusiones y conclusiones son la parte más importante de una tesis. Desgraciadamente, la mayor parte de los tesis invierten poco tiempo en escribirlas y se desvirtúa su función. Una de las causas frecuentes de rechazo de una tesis es que no contiene una buena discusión de resultados.

Aquí hay que interpretar los resultados que se han obtenido, y preguntarse: ¿Qué importancia tienen los resultados? ¿Simplemente confirman que una metodología funciona, de manera que son capaces de reproducir trabajos previos o tienen valor nuevo en sí mismos?

Texto	44	Descripción de resultados
Las trayectorias de equilibrio que se muestran en las Figuras 5 a 8 permiten identificar que existe un comportamiento no lineal con una parte plana, que es un signo de inestabilidad. La tangente a la trayectoria de equilibrio llega a cero aproximadamente para $U_{max}/t = 0.5$ ; a partir de allí aumenta a medida que crece $U$ . El análisis de estos resultados indica que la cáscara pandea para un valor pequeño del parámetro de control y a continuación se deforma en un modo postcrítico. De manera que se deberían cuestionar los resultados obtenidos por muchos autores en el pasado, que se restringieron a un análisis lineal y por ello estarían reflejando estados inestables a lo largo de una trayectoria fundamental lineal.		

**¿Qué es lo que uno cree que significan?** Interprete los resultados al lector, describa lo que usted observa en esos resultados. Hay aspectos que serán evidentes para usted, pero no para el lector. Nunca escriba: “de la Figura xx resulta claramente evidente que...”, escriba: “de la Figura xx se puede interpretar que...”

Texto	45	Interpretación de resultados
Comparando los resultados anteriores, puede verse que una disminución en el módulo de elasticidad por debajo de los valores sin daño resulta en un salto en el campo de desplazamientos horizontales, dentro y alrededor de la interfase. Este efecto puede ser interpretado como la posibilidad de desprendimiento entre los materiales constitutivos a causa de la degradación de los parámetros elásticos de la interfase. Esto confirma la utilidad del presente modelo para el análisis de fenómenos que ocurren en la interfase.		

En el ejemplo anterior, el autor primero realiza una descripción de los resultados obtenidos que le interesan a él, diciendo que hay un cambio en la variable desplazamientos. En segundo lugar, va un paso más allá e interpreta el significado de esos resultados, diciendo que podrían estar indicando un desprendimiento en la interfase, cosa que no está probada pero que sería compatible con esos resultados. En tercer lugar, va aun más allá y le adjudica un logro a su modelo porque permitiría observar algo sobre la interfase (aunque en la segunda oración hablaba solo de probabilidad y no de certeza). De modo que la segunda oración es una interpretación (no necesariamente la única) compatible con la evidencia, mientras que la tercera es una interpelación sobre otra interpretación, lo que constituye una especulación.

**¿Por qué se producen determinados efectos?** Explique el comportamiento del fenómeno, busque las causas de ese comportamiento.

**¿Qué cosas nuevas surgen de los resultados?** ¿Qué sorpresas aparecen? Recuerde que un valor muy importante de una investigación es lo que no se podía predecir de manera fácil antes de realizarla. Si hay aspectos sorprendentes en sus resultados, debe resaltarlos.

Texto	46	Novedad de los resultados
		La importancia de este efecto para la práctica ingenieril puede ser valorada considerando las amplitudes de los desplazamientos. Los desplazamientos radiales computados usando la teoría no lineal geométrica de cáscara son mucho mayores que los valores lineales, de modo que no parece adecuado establecer criterios de tolerancia para asentamientos usando modelos lineales de cáscaras.

**¿Qué patrones de comportamiento o de respuesta se identifican?** Apóyese en sus gráficos y tablas para buscar patrones de ocurrencia en el fenómeno. Utilice los estudios paramétricos, si es que los realizó.

**¿Qué explicaciones alternativas habría para los resultados obtenidos?** Justifique por qué otras explicaciones serían menos efectivas y en qué sentido.

¿Cómo apoyan o no una hipótesis? Compare con las hipótesis de investigación que realizó en la introducción y contrasta sus resultados interpretándolos a la luz de la pregunta que guía su investigación.

Pueden combinarse las discusiones y conclusiones bajo esa denominación (Discusión y Conclusiones).

### 7.3 LA ELABORACION DE CONCLUSIONES

Las conclusiones deben ser frases cortas y de fuerte impacto. Recuerde que la argumentación sobre los resultados ya fue realizada en el capítulo de discusión, de modo que no es necesario colocar inferencias en esta parte.

Las conclusiones son el último eslabón en la cadena de razonamiento de un escrito científico. Aquí aparece la visión del investigador, apoyada en la investigación que ha realizado.

Al concluir el trabajo, el autor intenta:

- Recordar el mensaje que quiere transmitir.
- Identificar qué implicaciones tienen los nuevos descubrimientos realizados.
- Reseñar cuáles son las limitaciones.
- Mostrar hacia dónde se puede dirigir el trabajo futuro en esta área.

Algunas observaciones:

- Conviene comenzar el capítulo mediante una pequeña recapitulación de lo que se hizo en la investigación. El texto a continuación ilustra este punto.

Texto	47	Recapitulación
Esta tesis presentó un modelo computacional nuevo, en el cual se acopló el problema térmico con la evolución microestructural de una fundición nodular. El modelo desarrollado permite simular los procesos de enfriamiento y solidificación de una fundición nodular de composición eutéctica usando una teoría uninodular para la nucleación y el crecimiento.		

- Las conclusiones deben estar basadas en los descubrimientos realizados en la tesis y deben estar sustentadas por los datos y resultados provistos por el autor.
- También pueden usarse observaciones, resultados u otros elementos provistos por diferentes autores que sirvan para reforzar aspectos que se concluyen.

Texto	48	Conclusiones apoyadas en otros autores
Debido a la naturaleza de diversos tipos de momentos nodales que inducen diferentes momentos incrementales cuando los nudos de la estructura están sujetos a rotaciones, se encontró que la utilización de los parámetros de Rodrigues para la obtención de la matriz de corrección nodal asegura el comportamiento coherente del elemento para cualquier configuración de carga y geometría. Esta conclusión es consistente con los hallazgos de Ziegler (1977).		

- Muestre cómo compara su investigación con las de otros. ¿Qué puede usted decir que los otros investigadores no vieron antes? ¿Cómo comparan sus conclusiones con las expectativas que existían basadas en trabajos previos?
- Las conclusiones deben estar de acuerdo con los objetivos que se establecieron para el trabajo. Ud. no debería concluir cosas fuera del marco de lo que estableció en la introducción de la tesis.

A continuación, los dos textos siguientes muestran un primer borrador y la forma final de las conclusiones.

Texto	49	Conclusiones, primer borrador
<p>Como conclusión más relevante de este trabajo, consideramos importante resaltar la importancia que tiene la posición de emplazamiento sobre la exigencia estructural, llegándose a registrar esfuerzos del triple del valor que los encontrados en emplazamientos aislados. Sin embargo, este trabajo es sólo un indicativo de los efectos que tiene la topografía sobre la distribución de presiones pero de ningún modo se recomienda la utilización de los resultados publicados para otras configuraciones de accidentes geográfico-estructura, ya que se ha encontrado que la forma del terreno afecta fuertemente el perfil de velocidades atmosférico y con ello la distribución de presiones sobre el cuerpo.</p> <p>Se hace notar que, si bien entre los tanques emplazados en forma aislada y en la ladera de la colina el rango de variación del coeficiente de presiones indica que la exigencia estructural es mayor en el caso de tanque aislado, se</p>		

puede ver en las Figuras 5b y 9b que la máxima presión es mayor en la estructura emplazada a media altura (0.94 contra 0.75). Esto se debe a que el flujo que se produce a los costados del tanque emplazado a media altura resulta tener menor energía que el que se registra alrededor del tanque aislado. Esta diferencia de energías se atribuye al efecto de reparo que hace la superficie aplanada para el asentamiento del tanque respecto de la corriente que asciende por la ladera. Cuando este efecto no está presente, como ocurre en gran parte de la zona de impacto de este tanque, las presiones que se registran son mayores que en el caso de estructura aislada.

Para el cálculo de las exigencias estructurales, las distribuciones de presiones presentadas deben someterse a un cambio de cero en caso que el tanque no tenga comunicación con el exterior y su presión interior pueda ser controlada. Esta misma salvedad debe hacerse en caso que las comunicaciones entre el interior y el exterior del tanque se hagan en zonas en que la presión es diferente de cero según las figuras presentadas.

En la forma final hay una puntualización bastante contundente de lo que el lector debe llevarse del trabajo, inclusive con ítems numerados para que cada una de las conclusiones tenga una clara identidad. Además, se hace referencia a lo que han presentado otros autores en este campo (las normas establecidas por ASCE), para mostrar dónde están las diferencias. Estas conclusiones conectan al lector con el trabajo realizado, mostrando dónde se puso en evidencia lo más importante de lo que se está concluyendo.

Texto	50	Conclusiones, forma final
		<p>En este trabajo se han investigado las presiones debidas a vientos en tanques cilíndricos con techo cónico usando Dinámica Computacional de Fluidos. Se ha supuesto que los tanques son rígidos y se concentró la atención en la influencia de la topografía sobre las presiones. Esta información es crucial para llevar a cabo las etapas siguientes de análisis y diseño estructural de los tanques, y se investigó aquí debido a que hay limitaciones severas en los códigos de diseño bajo viento.</p> <p>De los resultados del trabajo, se pueden resaltar varias conclusiones:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Una colina que obstruye el flujo tiene una influencia fuerte sobre el perfil de presiones que afectan las estructuras emplazadas en la colina. Eso también lo predecía la normativa de ASCE; sin embargo, aquí se encontró que las presiones dependen de la geometría específica de la colina, incluyendo las dimensiones y radio de la curvatura de la parte superior de la colina, y no simplemente de la altura de la colina y la pendiente de su talud que enfrenta al viento. Además, las provisiones actuales no representan un límite superior a las presiones, de modo que se recomienda que el diseño final de los tanques debería incluir un estudio detallado tomando en cuenta la topología local.</li></ol>

2. El emplazamiento del tanque en la colina tiene una gran influencia sobre las presiones que actúan sobre el tanque. Para el caso estudiado en este trabajo, un tanque emplazado en la cima de una colina tiene coeficientes de presión aproximada tres veces mayores que las que actúan sobre un tanque aislado y en terreno plano.

3. Para otras localizaciones en la base y a mitad de altura de la colina se observa una disminución en los coeficientes de presión con respecto al caso de tanque aislado en terreno plano. Esto ocurre porque el flujo sobre los costados de un tanque a mitad de altura de la colina tiene mucha menos energía que en el tanque aislado, debido al efecto de reparo que produce la plataforma plana en la que se apoya el tanque. Sin embargo, las presiones máximas en el meridiano de barlovento en la estructura localizada a mitad de altura ( $C_p = 0.94$ ) son mayores que en el tanque aislado ( $C_p = 0.75$ ) porque no hay efecto de reparo para esa parte del tanque.

4. La distribución de presiones (y no solamente sus valores) dependen de la localización. Esto muestra que no se pueden extrapolar los resultados a otras condiciones topográficas, localización y tamaño de tanques y deben llevarse a cabo estudios nuevos para otras condiciones.

Además de los aspectos estudiados en su trabajo, hay otros que ahora parecen importantes a la luz de lo que se ha hecho. Es conveniente señalar esos aspectos, que se dejan para investigaciones futuras suyas o de otros. Esta es una parte valiosa de una tesis, mostrar hacia donde podría dirigirse la investigación en un futuro. Los resultados que obtuvo pueden no estar preparados para ser usados directamente, pero quizás Ud. se da cuenta qué debería hacerse para que puedan usarse. Es probable que otro estudiante continúe la investigación a partir del punto en que Ud. la deja. Cualquier ayuda será muy bienvenida.

Texto	51	Trabajo futuro
		El trabajo futuro en este campo debería concentrarse en mejorar la simulación de la nucleación y crecimiento de la austenita (que aquí se computó mediante la regla de la palanca), dado que este proceso tiene gran importancia en la teoría multinodular. Esta nueva representación de la austenita puede mejorar los resultados de las curvas de tiempo de enfriamiento y solidificación y también pueden ayudar a definir las transformaciones dentro del estado sólido para evaluar las propiedades finales de la pieza fundida.

Puede incluir especulaciones acerca de qué pasaría fuera de las condiciones estudiadas en esta tesis. Pero no sea demasiado especulativo o recibirá cuestionamientos de los revisores por falta de sustentación.

## USO DE APÉNDICES

8

### 8.1 APÉNDICES

Los apéndices contienen información relevante proveniente de la investigación, pero que tienen un volumen grande y no pueden incluirse en el cuerpo principal del texto de la tesis (o artículo). En el texto de la tesis debe hacerse referencia a qué información ha sido colocada en un apéndice.

El material en un apéndice es información suplementaria, y provee los detalles de apoyo que pueden ser requeridos por otros investigadores en el tema, pero no por la mayoría de los lectores. El número de lectores que leen los apéndices es más pequeño que el que lee la tesis; solo aquellos que vayan a usar sus datos estarán interesados en tanto detalle.

En algunos casos se puede incluir un CD como apéndice. Esto asegura que el texto principal se mantiene claro y simple, y aun así no se pierden los detalles.

### 8.2 ¿QUÉ MATERIAL SE COLOCA EN APÉNDICES?

En los apéndices van:

- Detalles de cálculos, que obstaculizarían una lectura fluida del texto principal sin aportar demasiado a las ideas que se quieren presentar allí.

- Lista de datos que son necesarios para quien quiera reproducir sus resultados.
- Definiciones de términos y símbolos, en forma de glosario.
- Programas de computadora que tiene la suficiente generalidad como para ser útiles a otras personas.
- Explicaciones muy detalladas de algo específico, que vale la pena retener en la tesis pero que no es central para su comprensión global.
- Material conocido por encontrarse en algunos libros o artículos, pero que puede ser de utilidad para los lectores novatos. En España es frecuente encontrar este tipo de apéndices en tesis.
- Listado de mediciones, tal como se obtuvieron de experimentos.
- En algunas investigaciones se estudian por ejemplo ocho casos; uno de los casos se documenta en el cuerpo principal de la tesis y los otros siete se incluyen en apéndices.

Texto	52	Apéndice con Resultados Experimentales
<b>APENDICE C: RESULTADOS EXPERIMENTALES</b>		
<p>Este apéndice contiene las lecturas de los ensayos realizados por el autor sobre una configuración de fisuras, seguido de un resumen de los cálculos empleados para obtener las deformaciones E y los cambios de curvatura X de la superficie media. También se presentan las deformaciones y cambios de curvatura para todas las configuraciones de fisuras que se estudiaron experimentalmente.</p>		
<b>LECTURAS DE LOS ENSAYOS PARA LA CONFIGURACIÓN DE FISURAS NÚMERO 6</b>		
<p>La Tabla C.1 contiene las lecturas que se obtuvieron del indicador de carga y del puente de medición de deformaciones. Las lecturas de cada deformímetro se identifican mediante un número que especifica la posición del deformímetro y una letra (A quiere decir que el deformímetro está en la cara externa, B que está en la cara interna). Para obtener valores de deformaciones, las lecturas se multiplicaron por un factor de escala (0.2), de modo que el valor que aparece en la Tabla C.1 <math>\times 0.2 \times 100 =</math> Deformación <math>\times 10^6</math>. Las lecturas se representan en la Figura C.1, para la posición del deformímetro 15. Se puede ver que la relación entre las cargas y las deformaciones es prácticamente lineal. Además, los resultados para los seis ensayos son muy similares, lo que muestra que fueron repetibles. Esas características se encontraron en todas las configuraciones de fisuras estudiadas.</p>		

Se normalizaron los valores de las deformaciones con respecto al mismo nivel de carga y los valores normalizados se muestran en la Tabla C.2. Estos valores representan las deformaciones de las superficies interna y externa en las posiciones de los deformímetros, para una carga de 81 kN/mm. Con ellos se calcularon las deformaciones E y cambios de curvatura X de la superficie media. Por ejemplo, en la posición i, se tiene:

$$E_i = \frac{1}{2} (E^A_i + E^B_i)$$

$$X_i = \frac{1}{2} (X^A_i + X^B_i)$$

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los valores de E y X para todas las configuraciones y para todos los ensayos se han listado en la Tabla C.3. Estos valores se usaron para graficar los resultados de las Figuras 7.6 a 7.12 en el Capítulo 7 de la tesis.

Se controló la simetría en el comportamiento del modelo experimental con respecto a la mitad de la altura, mediante comparaciones entre las lecturas de las posiciones 3 y 4 con aquellas de las posiciones 9 y 10. Se logró simetría en la primera configuración de fisuras, pero para las dos últimas se encontraron diferencias más importantes entre los deformímetros correspondientes. Esto se debe a que en la última configuración, el campo de deformaciones tiene un gradiente alto en esa región y cualquier diferencia pequeña en la localización de los deformímetros tiene como consecuencia diferencias importantes en los valores de las deformaciones.

La simetría global de la carga se controló comparando las lecturas de las posiciones 1 y 2 con las posiciones 13 y 14. Nuevamente se encontró que la primera configuración tenía una respuesta simétrica, mientras que las tres últimas tenían algunas diferencias en E y X solamente en la dirección circunferencial.



## REFERENCIAS

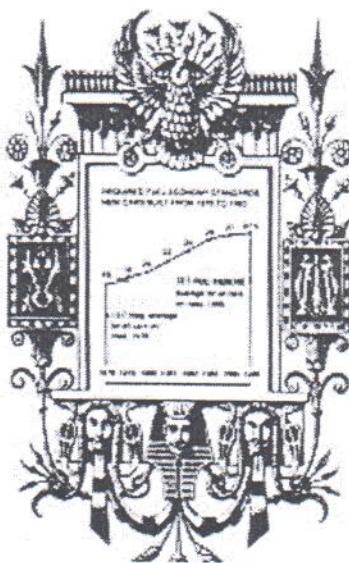
- Abrahams, Susan (1989), An optimal foraging strategy for scientist authors, *American Scientist*, vol. 77, pp. 227-231.
- Arribalzaga, Eduardo B., Borracci, Raúl A., Giuliano, Rodolfo J. y Jacovella, Patricio F. (2005), *El Artículo Científico: Del papiro al formato electrónico*, Magíster, Buenos Aires.
- Berthouex, P. M. (1996), Honing the writing skills of engineers, *ASCE Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 122, pp. 107-110.
- Davidson, Cliff I. y Ambrose, Susan A. (1994), *The New Professor's Handbook: A guide to teaching and research in Engineering and Science*, Anker, Bolton, MA, Estados Unidos.
- Davis, Martha (2005), *Scientific Papers and Presentation*, Elsevier, San Diego, CA, Estados Unidos.
- Day, Robert A. (1994), *How to Write and Publish a Scientific Paper*, 4<sup>th</sup>. Ed., Oryx Press, Westport, CT, Estados Unidos.
- Eco, Humberto (2004), *Como se Hace una Tesis*, Gedisa, México.
- Elbow, Peter (1998), *Writing with Power: Techniques for mastering the writing process*, Oxford University Press, New York, NY, Estados Unidos.
- Evans, Mark D. (1995), Student and faculty guide to improved technical writing, *ASCE Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 121(2), pp. 114-122.
- Gibaldi, Joseph (1995), *MLA Handbook for Writers of Research Papers*, Cuarta edición, The Modern Language Association of America, New York, NY, Estados Unidos.
- Gopen, George D. y Swan, Judith A. (1990), The science of scientific writing, *American Scientist*, vol. 78, pp. 550-558.
- McCuen, Richard H. (1996), *The Elements of Academic Research*, ASCE Press, New York, NY, Estados Unidos.

- Menin, Ovide y Temporetti, Félix (2005), *Reflexiones Acerca de la Escritura Científica: Investigaciones, proyectos, tesis, tesinas y monografías*, Ediciones Homo Sapiens, Buenos Aires.
- Moriarty, Marilyn F. (1977), *Writing Science through Critical Thinking*, Jones and Bartlett, Boston, MA, Estados Unidos.
- Roth, Audrey J. (1999), *The Research Paper: Process, form, and content*, Octava edición, Wadsworth, Belmont, CA, Estados Unidos.
- Sharp, Julie E., Olds, Barbara M., Miller, Ronald L. y Dyrud, Marilyn A. (1999), Four effective writing strategies for engineering classes, *Journal of Engineering Education*, January, 53-57.
- Smith, Robert V. (1998), *Graduate Research: A guide for students in the sciences*, University of Washington Press, Seattle, WA, Estados Unidos.





La presente edición se termino de  
imprimir en el mes de setiembre de 2007



UNIVERSITAS  
Córdoba - Argentina



UNIVERSITAS