

Algunas Consideraciones para el Desarrollo de Trabajos de Titulación

Dr. John Atkinson
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Concepción
21 de Septiembre del 2011
Versión: 2.1

Resumen

Este documento presenta algunas consideraciones y aspectos claves desde mi punto de vista para el desarrollo exitoso de un trabajo de memoria (o título) basados en la experiencia guiando varios estudiantes y los diversos problemas y obstáculos detectados.

1. El Trabajo de Titulación

En general un trabajo de titulación o *Memoria de Título* (MT) para un *Ingeniero Civil en Informática* es un trabajo minucioso que evalúa algunas capacidades y/o habilidades intelectuales como las siguientes:

- Trabajar en forma independiente: ud. debe ser capaz de resolver, plantear problemas, etc., en forma independiente. El profesor supervisor es solo un GUÍA y no es la persona que hace el trabajo.
- Resolver problemas técnicos y/o tecnológicos de mediana complejidad.
- Ser capaz de abstraerse para enfocar y modelar problemas de mediana complejidad.
- Entender y aplicar diferentes técnicas y/o modelos (o conocimiento adquirido) en la resolución de problemas prácticos.
- Analizar y evaluar diferentes alternativas de solución a los problemas.

El documento de la MT es parte de la evaluación que también considera el examen final. Sin embargo, la claridad de las ideas, propuestas, desarrollos y resultados del informe es VITAL a la hora de enfrentar el examen final y sus cuestionamientos. Dado que la realización del informe de MT está revisado y avalado por el profesor guía/supervisor, en mi caso particular solo se aceptará un informe como FINAL después de las diversas correcciones.

2. Organización y Contenido

El informe final de una MT debe reflejar y comunicar de la mejor forma posible las contribuciones a nivel de Ingeniería del trabajo. Para ayudar en ello, cuando se escribe cada capítulo del informe, el estudiante debe tener presente que cada uno de estos debe ser capaz de responder ciertas preguntas básicas que un lector (examinador) esperaría para poder evaluar. Esto se ve reflejado de la siguiente forma en cada capítulo (tentativo):

1. **INTRODUCCIÓN:** al terminar de leer este capítulo, un lector debería ser capaz de responder a la pregunta: ¿De qué se trata la memoria?.

Se debe comenzar con una visión a “peras y manzanas” comenzando del problema más general (enfoque Top-Down) hasta llegar al problema específico de la memoria, la importancia de abordarlo, y los objetivos de ésta y las hipótesis (cuando correspondan). Debe describir en términos generales el problema que se aborda en la memoria y en muchos casos la motivación para resolverlo. Esto es lo que a veces los autores de literatura científica llaman la descripción del ‘problema del problema’, o sea, el porqué el ‘problema’ a abordar constituye un problema relevante.

2. **TRABAJO RELACIONADO (o DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA):** al terminar de leer el capítulo, un lector debería ser capaz de responder preguntas como: ¿Qué han hecho otros (personas, organizaciones, grupos de trabajo, etc) para resolver/abordar el problema o uno similar?.

Salvo que ud. esté realizando un trabajo TOTALMENTE novedoso y digno de premio Nobel, existe mucho material donde buscar literatura relacionada DIRECTA o INDIRECTAMENTE de alguna forma a su problema. Evite excusas del tipo “.. profesor, no he encontrado nada de materiales” ya que la cantidad masiva de información especialmente en medios como internet actualmente hace que eso sea una muy mala excusa. Ud. está ad portas de ser un ingeniero por lo que debe ser hábil y proactivo en la búsqueda de literatura e información relacionada. La mayoría de las veces ésta información no aparece ni tan explícita ni es tan trivial de encontrar, por ello, la búsqueda y análisis de información bibliográfica es una tarea a la que se debe dedicar bastante tiempo. Esto es especialmente clave si se considera que este capítulo es prácticamente el único del informe en que Ud. deberá leer, comprender, comparar, criticar y sintetizar trabajos realizados por OTROS y no por ud. mismo.

Este quizás es uno de los capítulos donde los estudiantes tienen más complicaciones, ya que se debe discutir CRÍTICAMENTE los trabajos o enfoques principales de la literatura sobre el problema en cuestión. La discusión debe ser tal, que destaque las características de los enfoques alternativos, sus ventajas y desventajas, etc. Esto es de VITAL importancia puesto que constituye la FUNDAMENTACIÓN y JUSTIFICACIÓN de SU trabajo. Algunas consideraciones o tips al escribir este capítulo incluye las siguientes:

- Cuando se discutan los enfoques existen al problema, éstos deben estar basados en la literatura más RECIENTE posible y OFICIAL. Salvo que sea extremadamente relevante, evite referencias a páginas web personales u otro medio informal (ej. *wikipedia*) ya que esto puede poner en serio cuestionamiento la validez de la base que Ud. utiliza en su trabajo.
- Si Ud. NO entiende bien algún concepto, teoría, enfoque, técnica, etc que se discute en la literatura y queda así reflejado en un texto poco convincente, DEBE averiguar por su propia cuenta, leer y analizar diferentes materiales para lograr entender más y por tanto, explicarlo mejor. Note que esto es importante pues al primer signo de inseguridad no solo originará múltiples correcciones, sino podría arriesgarse a preguntas importantes en su examen de grado por parte de los examinadores. Recuerde que en su trabajo la mayoría de las veces Ud. está apostando por cierta forma de resolver un problema que es 'mejor' que otros enfoques o métodos. Piense en una analogía: Ud. va a una multitienda a comprar una lavadora y obviamente existen varios tipos, modelos, y marcas. Dado que como comprador seguramente Ud. tendrás dudas, le preguntará a un vendedor que le aconseje en términos de pros y contras, alguna en particular. Indirectamente, el vendedor le dará características y una suerte de benchmark que le permitirá a Ud. tomar la decisión. En una discusión crítica de la literatura Ud. cumple el rol de 'vendedor' por lo que debe conocer bien las alternativas existentes y características de modo que al tomar algo como base posterior quede muy bien fundamentado (se imagina comprar una lavadora cuyas características no tiene idea o que nadie le habló de ella?).
- La discusión debe avanzar de forma Top-Down, o sea, de lo más general a lo más particular y especialmente CONTEXTUALIZANDO el problema. Un error común es comenzar este capítulo usando la famosa técnica de copiar-pegar lo cual hace prácticamente indecifrable la discusión que se presenta. Utilizando un enfoque descendente, Ud. debería comenzar con la problemática más general para ir luego tomando los diferentes enfoques alternativos que han surgido para su solución ya sea DIRECTA o INDIRECTAMENTE.
- Asegurarse que todos los conceptos, vocabulario, etc., han sido explicados previamente. Es un error común, dado que el estudiante está tan concentrado en escribir, asumir que los términos ya se conocen. Para salud mental, y salvo buenas excepciones, el estudiante debería asumir que el único concepto conocido es "computación", y TODO el resto debería ser explicado.
- Si en la discusión se hacen afirmaciones o supuestos, estos DEBEN estar avalados por la literatura con la correspondiente referencia bibliográfica. Por ejemplo: ".. los trabajos actuales utilizando la técnica XX han mostrado mejores resultados que los que utilizan YY [2]".

- Si su memoria se basa en la utilización de un método o técnica particular para resolver un problema o para desarrollar una aplicación, la discusión bibliográfica debe dejar en claro los problemas con otras técnicas alternativas que justifiquen la utilización de la que ud. propone. Esta discusión y justificación es clave pues es habitual que en muchos exámenes de grado se hagan preguntas de sentido común tales como “¿Por qué ud. no utilizó otra técnica/método X para resolver el problema si también produce buenos resultados?”.
- Cuando la situación lo amerite, los trabajos deben estar acompañados de su correspondiente referencia bibliográfica que es parte de la bibliografía que se incluye al final del documento de la MT. Aunque es muy tentador, muchos obtienen información desde sitios web no oficiales, o trabajos no reportados, etc. lo cual se DEBE evitar. La bibliografía oficial debería incluir papers (conferencias, journals, reportes técnicos, etc) y libros.
- Para todos los capítulos que contengan tablas, figuras, etc. éstas deben ser referenciadas con la numeración que corresponde y evitando frases como: “los resultados se muestran en la tabla siguiente:”. Esto se debe principalmente a dos motivos. Primero, especialmente cuando existen cambios en el formato del documento, la tabla/figura referenciada puede quedar en el lugar que no le corresponde. Segundo, muchas veces uno necesita referenciar una tabla/figura más de una vez y dado que generalmente existe más de una tabla/figura uno no puede escribir cosas como “como se mostró en la figura anterior..” (cuál de todas?). En este caso, la mejor forma es referenciando como “como se mostró en la figura 10, ...”. Si ud. utiliza procesadores de texto profesionales tales como *Latex*, dicha tarea es bastante simple.
- Tome también en consideración características que NO debe poseer una discusión bibliográfica:
 - NO es un proceso de COPY-PASTE de la literatura encontrada.
 - NO es una TRADUCCIÓN (y más encima MALA) del material encontrado.
 - NO es definición de algo más (salvo cuando se amerite!!).
 - NO es un manual de usuario de un producto. Evite entregar algún borrador del informe con alguna descripción de un software con ‘pantallazos’ tipo manuales, ya que no es parte de un informe técnico.
- Otro aspecto de la discusión bibliográfica tiene que ver con la coherencia de lo que se escribe (muchas veces obstaculizado por el mundialmente famoso copy-paste!!). Es común escribir párrafos como los siguientes:

Las redes neuronales [4,20,37] se han utilizado exitosamente para encontrar la ruta mínima para llegar al cielo [3]..

(otro párrafo)

Los algoritmos genéticos [5,8] también se han utilizado con buenos resultados en

Lo anterior constituye una pésima discusión pues no queda claro cuál es la razón de escribir uno y el otro, o cuál es el problema u obstáculo que resuelve uno sobre el otro (si no existe ningún problema entonces no tendría sentido discutirlos por separado!!!). Una forma de discurso más 'coherente' y convincente de modo tal que la discusión siga un hilo conductor podría ser:

Las redes neuronales [4,20,37] se han utilizado exitosamente para encontrar la ruta mínima para llegar al cielo [3].. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que éstas técnicas no son tan eficientes al momento de diferenciar la ruta al cielo de la del infierno. Una forma de tratar ésta dificultad ha sido propuesta por [5,8] mediante la utilización de algoritmos genéticos, que a diferencia de las redes neuronales, han demostrado.....

Note como ahora los párrafos originales no solo quedan bien conectados, sino que al lector le queda muy claro que Ud. entendió críticamente la diferencia entre técnicas/métodos que lo avalan.

- El profesor guía NO es un corrector ortográfico ni nada por el estilo. Antes de entregar este u otro capítulo del informe de MT para ser corregido, Ud. DEBE asegurarse que no existen problemas básicos de redacción u ortografía, de lo contrario ni siquiera se hará el intento de leer el informe y le será devuelto en las mismas condiciones iniciales para que ud. lo rehaga. Más aún, antes de entregar cualquier borrador DEBE asegurarse que lo que está escrito se ENTIENDE y es CRÍTICO. No basta con leer superficialmente el documento y luego enviárselo al profesor. Se recomienda que antes de pasar los borradores para corrección, se busque (si es posible) una tercera persona que lea CONCIENTE y CRÍTICAMENTE.

Evite lecturas u opiniones de "abuelita" en que se encuentra todo 'lindo' y 'super cachhi luppi', etc. ya que eso NO le servirá. Obviamente, cualquier persona que lee dicho documento seguramente no entenderá conceptos técnicos, etc. lo cual no es un problema. El objetivo es simplemente que la exposición de ideas, coherencia, y otros aspectos de organización se comprendan bien. Si un lector opina sobre su documento que "no entendí el término X", eso es razonable. Sin embargo, si el mismo opina que "No entendí lo que tratastes de decir o para que era esto u lo otro..", ahí sí comience a preocuparse.

- De acuerdo a la experiencia, a veces da la impresión que es prácticamente la primera vez que el estudiante realiza un informe técnico

serio y de ingeniería, ya que la redacción y la ilegibilidad de la escritura es MUY DEFICIENTE. Existe mucha incoherencia en lo que se escribe, lo que hace pensar que al menos en el primer informe borrador de la MT que se entrega, es casi un COPY-PASTE de textos sin siquiera leerlos. El informe debe ser escrito COHERENTEMENTE, o sea cada párrafo, oración, etc., que se escribe debe estar lógica y semánticamente conectado con lo anterior. En muchas ocasiones no parece haber conexión alguna entre párrafos, lo cual debe ser reescrito (refraseado) o sencillamente eliminado ya que aparentemente podría ser el caso de que no aporta nada, y que Ud. lo escribio 'por si acaso'.

3. **EL SISTEMA/MODELO DESARROLLADO PARA LA SOLUCIÓN:** al terminar de leer este capítulo un lector debe ser capaz de responder preguntas como: ¿Qué hice en la memoria?, ¿Cómo lo hice, qué enfoque tomé?, ¿Qué técnicas/métodos utilicé? ¿Qué hace que la técnica/método que emplee es mejor que otras para mi problema (cualitativamente)?.

Al igual que en los otros capítulos, se debe seguir un enfoque Top-Down para presentar las ideas. Se debe comenzar el capítulo describiendo y recordando (a éstas alturas un lector puede haber olvidado el problema principal) cual es el problema a resolver, luego describir en algunos párrafos la estrategia GENERAL de solución, y luego, proporcionar detalles de lo que se hizo, cómo se hizo, ejemplos de cómo funciona lo que hice, etc.

Si el trabajo sencillamente aplica una técnica conocida a un problema, no se debe repetir la explicación de la técnica en detalle salvo una descripción general. Para el resto de los detalles, simplemente puede hacer referencia a capítulos o secciones anteriores.

Especialmente cuando existen fundamentos de modelos/métodos matemáticos, surge la tentación de agregar al documento cuanta fórmula existe y con las nomenclaturas y explicaciones más enredadas del mundo y poco convincentes. Asegúrese no solo de explicar todo lo que ud. propone en su capítulo sino también de responder el POR QUÉ o PARA QUÉ ud. coloca esas fórmulas. Aquí, es recomendable explicar la esencia de los conceptos que ud. propone más que llegar y agregar ecuaciones para dárselas de 'experto'. En muchas ocasiones tanto en los informes escritos como en las defensas de título, lo anterior se pone de manifiesto al preguntar al estudiante el porqué hizo tal cosa o utilizó tal modelo/ecuación, etc. El silencio y a veces titubeo de la respuesta es digno de Ripley a veces.

Por ejemplo, en algunas descripciones de modelos/métodos usados en las MT me ha tocado leer frases como “..bueno.. el modelo utiliza el método SVD el cual descompone las matrices bla bla bla...de la siguiente forma..”. Esto es claramente un indicio que el estudiante no entendió NADA de lo que hizo, solo puso el método, la ecuación, etc., y explicó los pasos de ello. Sin embargo, existe una NULA claridad de POR QUÉ se hace y PARA QUÉ. Por ejemplo, en el caso anterior, sería recomendable dejar claro

qué caracteriza al método que lo hace relevante para MI modelo/enfoque, más que explicar los pasos de este, que es algo secundario. Si Ud. tiene la tentación constante de *copy – pastear* cosas de dicha forma, EVÍTELA, de lo contrario será objeto de innumerables cuestionamientos hasta estar seguro que ud. entiende y expresa bien sus ideas.

4. **EXPERIMENTOS Y RESULTADOS:** al terminar de leer este capítulo un lector debería ser capaz de responder a preguntas como: ¿Qué es lo que quiero demostrar, validar, evaluar o comparar?, ¿Qué tan buenos son los resultados de mi aplicación/ desarrollo?, ¿Qué tan bueno (cuantitativamente) es mi solución comparada a otras?, ¿Qué puedo decir de los resultados obtenidos?.

Un error común es comenzar este capítulo describiendo los experimentos o pruebas que se realizaron. Sin embargo, Ud. aún NO se ha contextualizado al lector sobre lo que se hizo. Se aconseja entonces que se comience de forma general explicando QUÉ es lo que se trata de probar, la METODOLOGÍA DE EVALUACION (NO de la MT!!) que se siguió para ello, y luego, CÓMO se realizó finalmente. La metodología DEBE incluir todos los pasos necesarios para llevar a cabo los experimentos o pruebas que muestran los resultados de resolver el problema con las técnicas/métodos/enfoques propuestos. Debe incluir detalles de herramientas utilizadas, datos de entrada o muestras, estructura, etc.

En términos prácticos piense en la metodología de experimentación como todos los pasos necesarios que debería seguir OTRA persona para reproducir los mismos experimentos o pruebas que ud. realizó. Ejemplo de pasos típicos incluyen: descripción de tareas de preparación de datos, datos utilizados, actividades realizadas para llevar a cabo los experimentos, objetos/sujetos considerados, otras características, formas de evaluar resultados, etc. Note que dependiendo del tipo de trabajo, los experimentos también podrían reemplazarse por demostraciones formales si el tema lo amerita (ej. trabajos teóricos: demostración de teoremas, problemas de lógica, etc).

Debe haber no solo una explicación de los experimentos realizados, sino un análisis de los resultados obtenidos y sus implicancias. Esto debe ser lo suficientemente convincente y proporcionar explicaciones de las razones que causan resultados no muy buenos (en caso que ocurra). Esto es clave si considera que más allá de discutir los buenos o no tan buenos resultados obtenidos, es importante convencer al lector del POR QUÉ los resultados son de ese tipo, incluso los negativos de modo tal de dar luces para quienes deseen mejorarlo en trabajos posteriores. Considere que muchos avances en ciencia y tecnología justamente se deben a experimentos que arrojaron resultados negativos y aun así son una tremenda contribución. Por ejemplo, validar que los alimentos calentados con micro-ondas no producen cáncer, no solo tiene implicancias comerciales y sociales significativas sino también evitaría que otros pierdan tiempo y recursos siguiendo el mismo

camino.

También se debe discutir y mostrar ejemplos, gráficos, tablas, etc de todos los experimentos realizados, especificando las características de cada uno de ellos, diferencias de un experimento de otro, criterios para setear parámetros, etc. Se deberá discutir el rendimiento global del sistema desarrollado y cómo se compara a otros existentes (es mejor? peor? si es así, por qué? qué falta?, etc). Se debe agregar también una sub-sección (o un capítulo, si la extensión lo requiere) de los aspectos MÁS relevantes de la implementación que diferencian a su sistema de otros (cambios en la configuración, ajustes, etc). No se debe incluir código, a menos que sea un trozo de código interesante y breve que permita entender mejor algún procedimiento utilizado (el resto debería incluirse como anexo, si es que es relevante).

Es importante destacar que los experimentos y evaluaciones son prácticamente transversales a muchos trabajos de MT, por muy PRÁCTICOS que estos parezcan. Es así como en los desarrollos más triviales Ud. igual trata de probar algo. Por ejemplo, si ud. diseña un sistema simple de inventarios vía Web para una empresa, Ud. está tratando de “probar” si es que el sistema reduce los costos de manejo de inventario que actualmente se realiza en forma manual?, el sistema es más eficiente en el manejo del inventario que otros sistemas existentes en la empresa?, etc. Naturalmente, la evaluación puede incluir los aspectos no solo experimentales sino financieros, etc que reflejan disminución de costos, tiempo, etc. En conclusión, incluso con el sistema más rutinario, uno siempre está evaluando alguna capacidad. De lo contrario para que diseñarían dicho sistema de inventario si no resuelve o mejora ningún problema?.

5. **CONCLUSIONES:** al terminar de leer este capítulo un lector debe ser capaz de responder a: ¿De qué se trató la memoria (en general)? qué estrategias, técnicas, métodos se utilizaron (en general)? qué puedo decir de los resultados obtenidos (en general)? qué problemas quedan abiertos (no resueltos)?, etc.

Note que las conclusiones son determinantes para que un lector entienda el aporte de la MT por lo que evite frases poco ingenieriles y que no dicen mucho como “en ésta memoria aprendimos mucho..”(ese es un objetivo implícito de cualquier trabajo), “ésta MT nos permitió profundizar en ...”, etc.