



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

ESTUDIO SOBRE EL FORMATO TRADICIONAL DE LOS LIBROS DE INGENIERÍA Y SU RELACIÓN CON LA COMPRESIÓN DEL CONTENIDO

Juan Sebastián López Arenas, Claudia Lucía Mejía Quijano

Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

Resumen

En esta ponencia se mostrarán ejemplos de buenas prácticas en la presentación del contenido, para los libros de ingeniería; proponiendo algunos principios de ordenamiento relevantes desde el punto de vista semiológico, donde cada elemento del libro debe significar y contribuir simultáneamente a la fácil lectura y comprensión del texto escrito.

Para ello se partirá del análisis semiológico de la transferencia de conocimiento oral y escrito, desde el enfoque de la simultaneidad de los elementos sensoriales que permite la transferencia de conocimiento oral, en contraste con el ordenamiento lineal y secuencial que se utiliza de manera tradicional en la escritura de los libros de ingeniería y en general en las ciencias exactas.

Esto llevará a realizar una reflexión sobre los actuales principios de ordenamiento en la escritura de los libros de ingeniería, para alcanzar una reestructuración de estas tradiciones y adopción de los nuevos principios presentados, que ya incluso varios autores de libros emblemáticos han aplicado implícitamente en cierta medida y han demostrado que funcionan, mediante la vigencia de sus libros en el transcurrir del tiempo y la penetración cada vez mayor de su público lector.

Palabras clave: diagramación de libros matemáticos; corrección de estilo; transferencia escrita de conocimiento

Abstract

On this paper there will be shown examples of good practices, in contents' presentation for engineering books; proposing some relevant ordering principles from a semiological point of view, where each book's element should have a meaning and simultaneously contribute, to the easy reading and understanding of the written text.

For this, we will begin from the semiological analysis of the oral and written knowledge transference, from focusing on the simultaneity of sensory elements that allows the oral knowledge transference, in contrast with the linear and sequential ordering traditionally used in the writing of engineering books and in the exact sciences in general

This will lead to do a reflection on the current principles of writing ordering of engineering books, to achieve a restructure of these traditions and the adoption of the new principles above, which several authors of emblematic books have already implicitly applied to some degree and that have shown that work, by the validity of their books along time and the increasing penetration of its readership.

Keywords: diagramming of mathematic books; style correction; written knowledge transference

1. Introducción

La transferencia de conocimiento del profesor al estudiante se ha llevado a cabo a lo largo de la historia a través de actos de habla y de escritura. Generalmente se considera una buena explicación oral como más efectiva, ya que ésta permite la simultaneidad de diversos elementos sensoriales (escritura, habla, corporalidad, ambiente, tacto, entre otros) que tienen un significado relevante y, por ende mejoran la abstracción del conocimiento. Por otra parte la escritura debe alcanzar esa transferencia efectiva sólo con palabras e imágenes, que en la mayoría de los libros son presentados de manera lineal y sucesiva, más no simultánea como son los elementos sensoriales de una buena explicación oral o como son en un menor grado, los elementos escritos de las buenas obras literarias.

Desde una mirada semiológica según Luis Puig (1994) basado en Brian Rotman (1994) “los textos matemáticos se abren al tipo de actividad crítica que ya es familiar en las humanidades. Ahora bien, esto no significa, según Rotman, que las formas de producir sentido, comunicar, significar y permitir interpretaciones múltiples hayan de ser asimiladas a las de los textos escritos convencionalmente en las humanidades, ya que en los textos matemáticos hay signos que no son del lenguaje natural.”

La escritura de los libros de ingeniería tienen también un tradicional ordenamiento lineal y sucesivo de sus elementos (definiciones, ilustraciones, fórmulas, demostraciones, ejemplos, procedimientos y ejercicios), todos ellos con altos grados de veracidad en su contenido, pero a menudo el conjunto carece de una cohesión lógica para el estudiante, quien se ve obligado a pasar más tiempo descifrando la lógica del autor que la lógica del tema.

Referente al tema, Planas Nuria y Reverter Francesc (2011) nos dicen que “en cualquier caso, la clase de Matemáticas aparece como un escenario lingüísticamente diverso, repleto de ambigüedad sintáctica y semántica por la interacción continua entre distintos lenguajes y usos. El aprendizaje de matemáticas tiene que llegar a ser capaz de reconocer cuando se requiere un uso especializado del lenguaje, o bien cuando lo adecuado es un uso tipo informal.”

Esto se debe en parte, a que una gran cantidad de libros de ingeniería son escritos por personas que tienen una amplia trayectoria y conocimientos adquiridos, lo que le da mayor credibilidad al contenido de dichos libros, pero a menudo esto implica también que los libros sean escritos desde otra perspectiva, donde se omiten detalles obvios para el escritor pero que serían indispensables para el lector novato en el tema. Por lo común, el escritor habla desde su conocimiento global y no desde el punto de vista del estudiante.

Asimismo, es evidente que las carreras de ingeniería guardan una estrecha relación con las ciencias exactas, como lo son las matemáticas y la física; materias que para la mayoría de la población tienen cierto nivel de complejidad en su abstracción y entendimiento. Prueba de ello son la variedad de estudios en torno a la percepción de las matemáticas en los estudiantes de educación básica, media y superior.

Por ejemplo en España, la Universidad de Valladolid realizó un estudio (Hidalgo, et al., 2004), donde muestran que tan solo al 21% de los estudiantes universitarios encuestados, les resulta fácil aprender matemáticas; revelando que el 79% restante, siente que tiene dificultades para aprender matemáticas.

También en México, la Universidad de Guadalajara realizó un estudio (Guzmán, et al., 2009), donde muestran como para la mayoría de estudiantes encuestados de educación media-superior, las matemáticas (en especial el álgebra y la trigonometría), les representa algo desagradable, tenso y confuso de ver.

Incluso en Colombia el informe de resultados de las pruebas PISA (Program International Student Assessment, 2012) pueden ser un indicio de la complejidad de las matemáticas para los estudiantes de básica secundaria, donde Colombia obtuvo 376 puntos en matemáticas, dejándolo en el lugar 62 de 65 países medidos.

Analizando todas las anteriores razones, se ha visto la necesidad de mejorar las maneras de mostrar y transmitir el conocimiento escrito, en la ingeniería y las ciencias exactas.

2. Propuestas de buenas prácticas para la escritura de los libros de ingeniería

Como se dijo anteriormente, las siguientes son propuestas de buenas prácticas para la escritura de libros, que se basan en principios semiológicos, en especial el principio de simultaneidad en la exposición de la información. En general serán prácticas que apuntaran hacia la escritura de libros más sencillos y con un formato claro, para la fácil localización y comprensión de la información.

2.1. Elementos básicos que componen los libros de ingeniería

En la Tabla 1 se muestran las partes básicas que componen los libros tradicionales¹ de ingeniería, en comparación con las partes que se propone tengan los nuevos libros.

Para ello hay que tener en cuenta que cada capítulo tiene diferentes temas, y cada tema tiene diferentes secciones y cada sección tiene diferentes subtítulos; en este escrito solo se le hará énfasis a las adiciones o modificaciones de secciones y capítulos tradicionales, acompañado de su respectiva explicación semiológica.

2.2. Sección “Conceptos previos”

Es una sección de una o dos páginas donde se hará solo una mención (es decir que no incluye explicación), a los conocimientos que son necesarios para entender o para resolver ejercicios del tema próximo a leer; sin que esto signifique que en la resolución de los ejemplos se deban omitir la aplicación de estos conceptos previos.

Es necesario incluirlo porque desde un punto de vista semiológico, cada producto está compuesto de pequeños procesos y el no hacer siquiera una mención de ellos, puede ocasionar que el lector sienta vacíos que terminen en frustración. Así pues, cada persona de acuerdo a sus conocimientos, percibe diferentes niveles de detalle en la explicitación de los procedimientos, por lo tanto es importante hacer mención de estos conceptos previos, para que cada persona identifique el nivel de detalle que debe tener en cuenta para entender el libro.

2.3. Sección “Teoría” (Definiciones, ilustraciones y fórmulas)

Es una sección donde solo habrá párrafos explicativos del tema que podrán ser complementados con definiciones de términos, ilustraciones y fórmulas, para una mejor comprensión de la explicación.

¹Entendiendo por tradicional, como toda práctica que es usada en la mayoría de libros, sin que esto implique que todos los libros la utilicen de la misma manera.

Elementos básicos de un libro tradicional de ingeniería	Nueva propuesta de organización en los elementos básicos de los libros de ingeniería
<p>Principio del libro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasta del libro - Hojas de presentación - Introducción al libro - Tabla de contenidos (<i>Capítulos y temas</i>) <p>Secciones para los temas de cada capítulo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción al tema - Teoría (<i>Definiciones, ilustraciones, demostraciones, fórmulas y ejemplos</i>) - Ejercicios propuestos (<i>Muchos enunciados</i>) <p>Final del libro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solucionario (<i>Con solo las respuestas finales de los ejercicios propuestos</i>) - Anexos (<i>Glosarios, unidades, entre otros</i>) - Referencias - Agradecimientos 	<p>Principio del libro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasta del libro - Hojas de presentación - Introducción al libro - Tabla de contenidos (<i>Capítulos y temas</i>) <p>Secciones para los temas de cada capítulo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción al tema - Conceptos previos - Teoría (<i>Definiciones, ilustraciones y fórmulas</i>) - Ejemplos - Cultura general - ¿Sabías qué? - Cuadro resumen de fórmulas - Ejercicios propuestos (<i>Muchos de diferente tipo</i>) <p>Final del libro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demostraciones de las fórmulas - Solucionario (<i>Con solo las respuestas finales de los ejercicios propuestos</i>) - Anexos (<i>Glosarios, unidades, entre otros</i>) - Referencias - Agradecimientos

Tabla 1. Comparación de los elementos de un libro tradicional de ingeniería, con la propuesta semiológica de organización para los nuevos libros

2.3.1. Sobre las definiciones: En cada tema las definiciones deben tender a ser redundantes haciendo uso de diferentes explicaciones, porque cada tema tiene más de una manera de explicarse y cada persona tiene más de una manera de entenderlo. Teniendo en cuenta esto, la redundancia busca que una de tantas maneras logre transferirse, porque con una sola manera que logre entender el lector, será él mismo quien podrá darle un sentido a todas las demás maneras que no logre entender.

2.3.2. Sobre las ilustraciones: Las ilustraciones deberán tener una buena calidad y claridad en su presentación, para lo cual es indispensable el uso de diferentes colores o el mismo color pero con diferentes intensidades de tonos, para representar las diferentes variables, dimensiones, formas y demás partes de relevancia dentro de la imagen.

El uso de colores o diferentes tonalidades del mismo color, semiológicamente le permite al cerebro identificar más fácilmente una silueta general de la ilustración pero a la vez una independencia de elementos dentro de la imagen, que hace más fácil su abstracción y relación con la teoría escrita, por lo cual se debe intentar hacer un libro con bastantes ilustraciones coloridas.

2.3.3. Sobre las fórmulas: En la sección teórica del libro solo aparecerán las fórmulas importantes para el desarrollo del tema, de los ejemplos y de los ejercicios propuestos. Dichas fórmulas deberán ir acorde con el siguiente formato de presentación de fórmulas:

Fórmula: Frecuencia de una onda	Descripción de las variables y constantes
$f = \frac{c}{\lambda}$	<p>f Frecuencia de la onda (Hz) λ Longitud de la onda (m) c Velocidad de la luz (m/s) $c \approx 3 * 10^8 \text{ m/s}$</p>

Tabla 2. Formato con un ejemplo de cómo mostrar las fórmulas en los libros de ingeniería

Este formato permite la interpretación simultánea y no secuencial de la fórmula, al mostrar en el lado izquierdo la escritura algebraica de la fórmula y al lado derecho el significado de cada letra dentro de la fórmula, las unidades en las que debe ser expresada cada variable o constante y además, el valor numérico que le corresponde a cada constante. Igualmente el hecho de incluirla dentro de un recuadro, le da mayor relevancia sobre el resto de información que la rodea y, facilidad para referenciarla.

2.4. Sección “Ejemplos”

En esta sección se colocaran los ejemplos que complementan y aplican la teoría, como lo son los ejercicios teóricos y los ejercicios matemáticos que aplican las fórmulas. Cada ejemplo en forma de problema matemático debe ser resuelto paso a paso, sin omitir ningún procedimiento que implique un concepto previo u obvio para el escritor. Dichos procedimientos matemáticos deberán ir acorde con el formato de presentación de ejemplos matemáticos mostrado en el Grafico 1. Este formato desde una mirada semiológica, permite la interpretación simultánea y no secuencial de los procedimientos, mostrándose al mismo tiempo cada paso del ejercicio, donde cada variable o constante a utilizar en la fórmula se haya colocándola hacia la derecha para luego reemplazar el valor en la fórmula principal que está más hacia la izquierda. Las líneas horizontales y verticales en forma de corchetes permiten diferenciar la variable que se está intentando hallar para reemplazar en la fórmula principal, sin perder la generalidad y simultaneidad del ejemplo.

En definitiva se usa una jerarquía de fórmulas hacia la derecha, colocando más hacia la izquierda las fórmulas principales que buscan solucionar el ejercicio y más hacia la derecha las fórmulas, variables y constantes secundarias, que necesitan las fórmulas para reemplazar y resolver el ejercicio.

Tradicionalmente los ejemplos y procedimientos están inmersos en la sección de teoría, donde cada paso del procedimiento matemático se muestra en las páginas de arriba hacia abajo y donde cada paso ocupa el centro de cada renglón, siendo un procedimiento inadecuado puesto que muestra de manera secuencial y lineal los pasos para resolver los ejemplos y no permite la visualización en simultaneo del reemplazo de cada variable, incluso en muchos ejemplos tradicionales esto implicaría moverse entre diferentes hojas del libro, para entender de donde salen determinados pasos.

EJEMPLO

Una antena dipolo resonante de 9.5 metros, funciona a una frecuencia de 15MHz. ¿A qué distancia R se pueden hacer mediciones de campo lejano?

SOLUCIÓN**Datos proporcionados:**

$$D = 9.5 \text{ m}$$

$$f = 15 \text{ MHz} = 15 * 10^6 \text{ Hz}$$

Mediciones de campo lejano: La distancia R para campo lejano debe cumplir con las siguientes tres ecuaciones:

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

$$R \geq \frac{2(9.5)^2}{20}$$

$$R \geq 9.025 \text{ m}$$

$$R \gg D$$

$$R \gg 9.5 \text{ m}$$

$$R \gg \lambda$$

$$R \gg 20 \text{ m}$$

R/= De todas las anteriores ecuaciones las mediciones de campo lejano deben hacerse a una distancia mayor a 9.025 metros mayor a 9.5 metros y mayor a 20 metros.

Por ende se asume que debe ser mucho mayor a 20 metros, por ejemplo 100 metros.

Donde:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 * 10^8 \text{ m/s}}{15 * 10^6 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 0.2 * 10^2$$

$$\lambda = 20 \text{ m}$$

Donde:

$$c \approx 3 * 10^8 \text{ m/s}$$

Gráfico 1. Formato con un ejemplo de cómo mostrar los procedimientos matemáticos

2.5. Sección "Cultura general - ¿Sabías que?"

Es una sección donde se presentaran datos curiosos y de cultura general, respecto al tema explicado en la teoría y en los ejemplos, para motivar y despertar interés previa a la solución de ejercicios propuestos. Esta sección es complementaria a la teoría, siendo la teoría mucho más fundamental para entender los ejemplos resueltos y resolver los ejercicios propuestos.

2.6. Sección “Cuadro resumen de fórmulas”

Es una sección donde como su nombre lo indica, se presenta una compilación de las principales fórmulas a usar en los ejercicios propuestos, pero solo tendrá la escritura algebraica de la fórmula y no la descripción de las variables y constantes, de tal manera que quepan en un cuadro de una o dos páginas. Es importante tener un lugar donde repetir y consultar las fórmulas de manera más concreta, tanto para el lector novato, como para el lector que vuelve a leer sobre el tema.

2.7. Sección “Ejercicios propuestos”

En general deben proponerse una gran cantidad y variedad de ejercicios, para posibilitar una práctica repetitiva que permita al lector desarrollar la habilidad para resolver los ejercicios con facilidad. Para ello se propone utilizar los siguientes tipos de ejercicios:

2.7.1. Ejercicios de respuesta múltiple: Son ejercicios ideales para contrastar las confusiones teóricas más comunes del lector respecto al tema.

2.7.2. Ejercicios resueltos con vacíos: Son ejercicios que están resueltos con su debido procedimiento matemático detallado paso a paso, pero que deja vacíos pasos intermedios, para que sea el lector quien rellene los pasos que hacen falta para completar el procedimiento.

2.7.3. Ejercicios resueltos a la mitad: Son ejercicios que muestran la respuesta final del ejercicio y que están resueltos solo hasta la mitad con su debido procedimiento detallado, para que sea el lector quien resuelva la otra mitad del procedimiento.

2.7.4. Ejercicios solo con el enunciado: Son ejercicios tradicionales, donde solo se da el enunciado del problema.

El nivel de complejidad para cada uno de los anteriores tipos de ejercicios propuestos, quedara a juicio crítico del escritor experto, pero se debe tratar de conservar la intencionalidad tradicional de hacer una transición gradual en la complejidad de los mismos, siendo fáciles los primeros y terminando con los difíciles, manejando para cada uno de los anteriores tipos de ejercicios propuestos, los dos niveles de complejidad.

Este tipo de ejercicios son importantes porque permiten involucrar, al estudiante en el proceso de solución de un ejercicio por etapas y no verse enfrentado a la frustración de no saber por dónde empezar el ejercicio.

2.8. Capítulo “Demostraciones de las fórmulas”

Es un capítulo dedicado solo a demostrar matemáticamente de donde provienen las fórmulas importantes, que han sido incluidas en el formato de fórmulas establecido anteriormente. Es importante incluir las demostraciones para mostrar el proceso matemático que da origen y validez argumentativa a las fórmulas, sin embargo, se propone hacerlo al final del libro porque en la mayoría de cursos de ingeniería, a dichas demostraciones no se les encuentra necesariamente un uso práctico o imprescindible, ni para los ejemplos ni para los ejercicios propuestos, generando un despliegue de información en la sección teórica, que si bien puede ayudar a comprender mejor la fórmula, distrae al abarcar muchas páginas; además la mayoría de las demostraciones requieren una explicación muy profunda y detallada de nuevos términos, temas, variables y datos para concluir en una sola fórmula. Que una fórmula pueda entenderse sin necesidad de una demostración, no significa que esta deba ser eliminada de los libros, pero si puede sugerir, que se le dé una sección aparte como consulta opcional sin mucho protagonismo en los apartes teóricos.

3. Costo de Impresión y configuración de páginas

Es claro que la aplicación de estas propuestas para los nuevos libros de ingeniería, junto con otras prácticas de diagramación adecuadas ya teorizadas (como no colocar información en los márgenes, usar un tipo de fuente semejante a la letra humana, escoger un tamaño de letra óptimo para el ojo humano, un buen manejo de la jerarquía de títulos y la impresión de páginas con fondos de colores para cada sección), pueden conducir a tener libros con muchas más páginas y con mayores costos de impresión. Incluso se podría pensar que tendrán mayores dimensiones para que en ellas quepan los ejemplos y ejercicios con procedimientos simultáneos. Para resolver estos inconvenientes se puede pensar como una opción válida, la publicación electrónica de libros, donde el número de páginas y la utilización de colores no representan un problema de costos.

Adicionalmente, se propone pasar de editar libros con formato de página vertical a editar libros con formato de página horizontal, porque de esta manera se evitará el partir los ejercicios y además, los procedimientos matemáticos podrán extenderse sobre este formato sin problemas.

4. Conclusiones

Una primera conclusión es que autores reconocidos como Louis Leithold en el Cálculo; como Young, Freedman, Sears y Zemansky en la Física; o autores canónicos como Aurelio Baldor para el Álgebra y la Trigonometría; en general, y si se mira con atención y detalle, aplican en sus libros implícitamente algunos de los principios expuestos en este escrito, lo que corrobora la aplicación de principios semiológicos en la escritura de libros de ingeniería y matemáticas.

Por ende, es necesario por lo menos preguntarse si la escritura tradicional de los libros de ingeniería sigue siendo válida y sobre todo reflexionar de manera amplia, que tienen estos libros y autores insignias que los deja vigentes aun cuando pasan años, desde la publicación y reedición de sus libros.

En segundo lugar, si bien la aplicación de estos principios puede llevar a mayores costos de edición, debe recordarse que el principal objetivo de publicar un libro no es ahorrar costos en su elaboración, sino que el lector pueda hacer una fácil lectura y localización de la información, para dar mayores posibilidades a una efectiva comprensión del contenido matemático

Por último, la semiología como disciplina que interpreta el significado de los signos, puede ser de gran ayuda para identificar la mejor manera de organizar los elementos de un libro de ingeniería, y con ello potencializar su comprensión y permitir una percepción más positiva, por parte de los estudiantes de la ingeniería misma, hacia las matemáticas como parte de los planes de estudio.

5. Referencias

- [1] Brian Rotman. (1994). *Mathematic, Education and philosophy, an international perspective. Mathematical Writing, Thinking, and Virtual Reality*, Cap. 6, pp. 71-81.
- [2] Puig, Luis. (1994). *Eutopías Series. Semiótica y matemáticas*, Vol. 51, pp. 1-16.
- [3] Planas Nuria, Reverter Francesc. (2011). *Cuadernos de pedagogía, Universidad Autónoma de Barcelona, España. Hay mucho de lengua en las matemáticas*, No. 413, pp 38-41.
- [4] Hidalgo Alonso, S. Maroto Sáez, A. Palacios Picos, A. (2004). *Revista de Educación, Universidad de Valladolid, España. ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas*, No. 334, pp 75-95.
- [5] Guzmán Ramos, J. F. (2009). *Departamento de Estudios en Cultura Regional, Universidad de Jalisco, México. Percepciones de los alumnos sobre la ciencia matemática al inicio del nivel medio superior*, pp 115-142.
- [6] *Program International Student Assessment. (2012). Informe de resultados pruebas PISA para Colombia 2012.*
Consultado el 1 junio de 2014 en: <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/colombia-pisa.htm>

6. Sobre los Autores

- **Juan Sebastián López Arenas**, Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones 10 Semestre Universidad de Antioquia, Auxiliar del Área de Planeación y Gobierno de Infraestructura Tecnológica de Suramericana S.A. e-mail: sebastian.teleko@gmail.com
- **Claudia Lucía Mejía Quijano**, Profesora de la Universidad de Antioquia, Doctora en Lingüística General, Directora del grupo de investigación en Semiología Saussureana - Clasificación B en Colciencias. e-mail: claudialmejia@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)