

EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

MARÍA ITRIAGO C.¹, CARLOS E. ZERPA^{1,2}

¹Universidad Central de Venezuela, Departamento de Educación para Ingeniería; e-mail: mitriagoc@cantv.net

²Universidad Simón Bolívar, Departamento de Ciencia y Tecnología del Comportamiento; e-mail: czerpa@usb.ve

Recibido: mayo de 2010

Recibido en forma final revisado: octubre de 2011

RESUMEN

La realización de investigaciones en Ingeniería no está exenta de requisitos formales; un adecuado trabajo de investigación en Ingeniería es aquel que no sólo se valora en términos de su contenido sino también en lo que a la organización, estructuración y calidad del manuscrito se refiere. En este artículo se presentará una propuesta metodológica para el planteamiento del problema en proyectos de investigación en Ingeniería. Se dará un panorama integral sobre los aspectos resaltantes que guían el correcto planteamiento del problema, aportándose algunos ejemplos de redacciones apropiadas que ilustran lo que debe y no debe hacerse cuando se elabora el texto contenido del problema. Finalmente, se introducirán algunos aspectos de importancia radical que permiten evaluar la redacción, estructura y la adecuación del planteamiento del problema de acuerdo a los criterios que dicha tarea exige.

Palabras clave: Metodología de la investigación, Investigación en Ingeniería, Problema de investigación.

A GUIDE FOR PROBLEM DEFINITION IN ENGINEERING RESEARCH PROJECTS

ABSTRACT

Conducting research in engineering is not free from formal requirements, a good research work in engineering is one which is not only valued in terms of its content but also in the organization, structure and quality of the manuscript is concerned. In this article we present a methodology for the problem in research projects in engineering. It will give a comprehensive picture of outstanding issues that guide the proper approach to the problem, and some examples of appropriate compositions that illustrate what should and should not be made when preparing the text which contains the problem. Finally, we introduce some aspects of radical importance to evaluate the language, structure and appropriateness of the approach to the problem according to the criteria which the task demands.

Keywords: Research methodology, Research in engineering, Research problem.

INTRODUCTION

En esta primera entrega de artículos metodológicos para la formulación de proyectos de investigación en Ingeniería el interés se centra en la formulación del problema de la investigación. Constituye el ejercicio una primera aproximación que se hace de ello: el trabajo intelectual es aún más complejo y retador. La paciencia, dedicación y tolerancia será la clave del éxito en esta importante etapa del desarrollo de un proyecto de investigación. Se mostrará una heurística o manera de estructurar la situación problemática a partir de los elementos y relaciones característicos de una amplia gama de problemas. Asimismo, se hará referencia a los procesos u operaciones de pensamiento más

frecuentemente asociados con la búsqueda e invención de soluciones.

La investigación en ingeniería

El desarrollo de investigaciones en Ingeniería resulta un tema de gran complejidad, sobre todo porque no abunda la literatura sobre esta actividad en un campo diferente al de las ciencias básicas y las ciencias sociales que guíe eficientemente tal proceso, con las adaptaciones propias que ello implica. Siendo la Ingeniería una disciplina que se nutre de todas las ciencias (las básicas y las sociales), resulta en una praxis que busca la mejora de la vida y el progreso de las civilizaciones empleando una metodología

que le es propia: el método de diseño en Ingeniería (Krick, 1998; Wrigth, 2004), distinta a la de las ciencias pero próxima a ellas.

No obstante, con las ciencias en general comparte algunos elementos paradigmáticos pero los adapta para su empleo particular, especialmente en el campo del desarrollo tecnológico. Un énfasis positivista, en la tradición de Bunge (2004) en el que resulta de la mayor relevancia el conocimiento objetivo, medible, contrastable y verificable, viene orientando la producción del saber en esta disciplina.

Pero el quehacer investigativo en Ingeniería es fundamentalmente instrumental, en oposición al quehacer científico cuyo objetivo es de carácter más teórico o no aplicado (García, 2007). Ello se debe a que los problemas que se resuelven en Ingeniería pertenecen al orden de la realidad y para abordarlos el ingeniero no solamente debe aplicar ciencia sino también heurísticas, la primera de ellas (y ese es el objetivo fundamental de este trabajo) es estructurar el problema: transformar un problema abierto en uno cerrado; no hay duda de que el problema, como pertenece a la realidad, posee estados que pueden cambiar con independencia del ingeniero que intente resolverlo; en otras palabras, el control del fenómeno estudiado es relativo, a diferencia de lo que ocurre en el caso del científico puro.

En tal sentido, conviene mencionar que aun cuando los aspectos particulares del desarrollo de una investigación pueden tener semejanzas en Ingeniería y en las ciencias, vale la pena precisar en que la diferencia puede hallarse por el lado del carácter práctico y concreto que, por ejemplo, puede tener el problema de investigación, en su vertiente tecnológica.

García (2007), nos precisa que “la búsqueda de un saber útil es el objetivo primordial, condición que no ocurre con un problema científico” (p. 83). Aun cuando existan diferencias, es importante especificar de forma general y detallada a la vez, la manera como puede formularse un problema de investigación en Ingeniería, enfatizando el proceso estratégico y meta-cognoscitivo que implica.

¿Qué es un problema?

Sin entrar en profundidades conceptuales, se realizará una aproximación general a este complejo tema de los problemas. ¿Qué se hace en Ingeniería? La disciplina de Ingeniería fundamentalmente se dedica a resolver problemas para mejorar la calidad de vida de las personas, mejorar el mundo, favorecer la vida. Obviamente que ésta no es la definición más exacta de la Ingeniería, pero puede aclarar el planteamiento ético que está de base en

el concepto. Ciertamente, puede hacerse Ingeniería cuando se diseña un arma de destrucción masiva; pero si bien a tal clase de cosas se puede dedicar la Ingeniería parece prudente resaltar que la investigación en esta disciplina no está exenta de aspectos éticos. La decisión de investigar o, bien, de resolver determinado problema transita también por una reflexión moral: en cualquier etapa del proceso, el investigador puede estar confrontado con la decisión de usar su conocimiento y sus habilidades para mejorar el mundo o simplemente para contribuir a su destrucción.

Considerando las aportaciones más clásicas de Newell & Simon (1972) y Hayes (1978), en términos generales, puede entenderse un problema como una situación ante la cual se exige una respuesta, una acción, un procedimiento, para reducir una diferencia; tal diferencia puede verse como un asunto de “lugares”: la situación coloca al “solucionador” en un lado y debe encontrar la manera de llegar a otro lado deseado. “*Estoy aquí; mi problema es cómo puedo llegar hasta allá*”.

El asunto crítico y característico de un problema es precisamente el hecho de no saber de entrada (cuando se identifica la situación como problema) cómo hacer para ir desde el punto de partida (la interrogante) al punto de llegada (la meta o respuesta). El conjunto de operaciones o acciones y la manera particular de realizarlas para obtener la respuesta resulta lo que constituye la solución del problema.

Existe un problema cuando es posible identificar un conjunto de hechos que en sí mismos o por sus relaciones configuran una situación no deseada, una situación que se quiere cambiar o transformar. Para quien investiga o resuelve el problema, estos hechos adquieren el valor de *datos* porque proporcionan información relevante con respecto al punto de partida. En cambio, la *meta* es la mejor expresión del punto de llegada.

Esto ocurre justamente porque también puede verse o imaginarse inclusive, un problema como una estructura. Una estructura tiene un conjunto de componentes claves sobre la cual se apoyan otros elementos, pero sin tales componentes estructurales es imposible el sostenimiento del resto de los elementos. Un ejemplo claro es una obra civil: un edificio se “monta” sobre una estructura que le sostiene; sin ella no habría soporte para el conjunto de componentes que constituirán la obra terminada; de hecho, sin la estructura la obra colapsaría.

Una primera aproximación al planteamiento de un problema de investigación en ingeniería: la estructura del problema

Una primera forma de dar con el planteamiento de un problema de investigación, es utilizar la idea de estructura de un problema como analogía; se entiende un problema como una estructura con un conjunto de partes interrelacionadas que le otorgan sus características: los datos, las metas, las condiciones y las operaciones.

- *Dato* es todo aquel componente de un problema que aporta información acerca de en qué consiste la situación; información explícita o implícita sobre el punto de partida de la situación.
- *Meta* es el componente de un problema que expresa de forma explícita o implícita, *dónde* se quiere llegar; el lugar deseado.

Existe un problema cuando es posible identificar una

situación en la que se hallan ciertos datos y se exige alcanzar una meta; entre los datos y las metas existen relaciones y vínculos estrechos.

La idea de problema como una *estructura*, como un arreglo de partes y relaciones es una primera heurística o prescripción para llegar a la definición o planteamiento del problema de investigación (Perkins, 1987). En el proceso de solución de problemas Polya (1990) distingue una primera fase a la cual denominó Comprender el problema. El planteamiento del problema constituye una demostración de cómo se está percibiendo la situación que se quiere investigar o resolver, de allí su importancia para la definición del Proyecto de Investigación.

La Figura 1 ilustra el concepto de problema como estructura y muestra un aspecto no mencionado hasta ahora. En el intento de llegar a la respuesta deseada o al punto de llegada, quien resuelve el problema ejecuta acciones; el conjunto de las acciones sobre el problema definen el *espacio problema* (Perkins, 1987; 1992).

ESTRUCTURA DE UN PROBLEMA

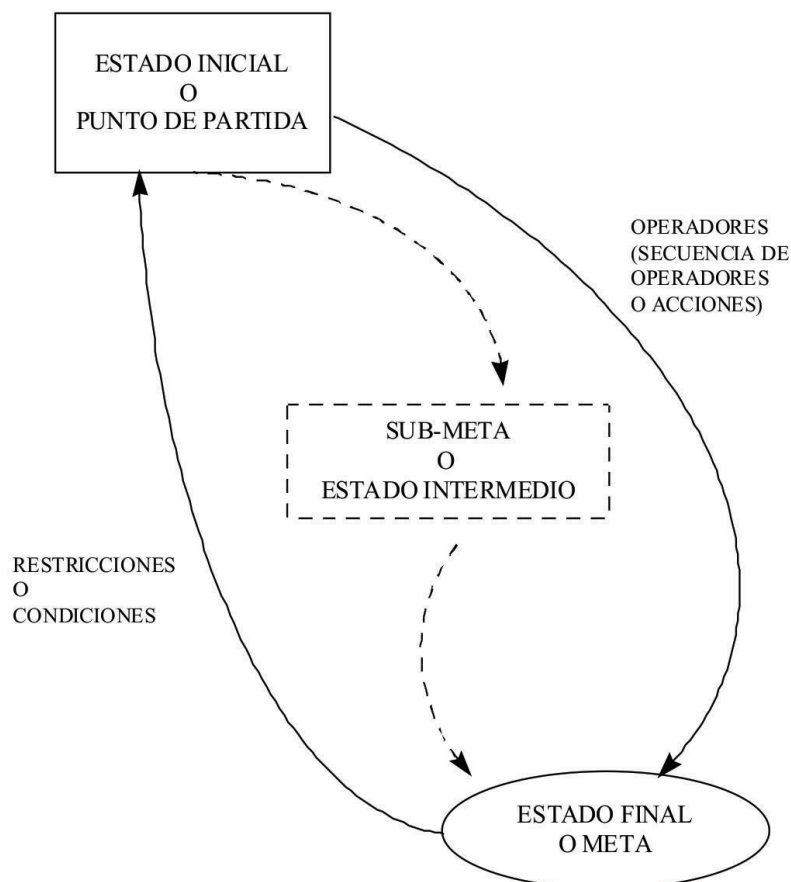


Figura 1. Representación de la estructura de un problema.
Tomado de Cruz *et al.* (2003) sobre la base de Hayes (1978)

Ejemplo:

En una investigación reciente, Laffaille & Ferrer (2006) abordan la necesidad de incluir la geomorfología entre los estudios que están destinados a elaborar microzonificación sísmica de una ciudad para orientar su análisis en la propuesta de escenarios de daños colaterales producto de movimientos sísmicos. Los autores refieren: “*reviste un carácter fundamental el estudio de los posibles eventos cosísmicos que pudieran presentarse en nuestras ciudades y en sus áreas de expansión, como parte de los estudios que deben conducir a la microzonificación de los centros poblados. Esta clase de estudios, y sus resultados...tienen como objeto generar información fundamental para la toma de decisiones acerca del uso de la tierra...no darle la justa importancia que tiene la información geomorfológica puede conducir a graves errores*” (p. 50).

En la cita pueden apreciarse dos aspectos: 1) hay un punto de partida del cual se derivan acciones porque el mismo resulta problemático y 2) un punto de llegada que representa una respuesta al problema formulado.

En consecuencia, de acuerdo con la figura 1:

-Los datos del problema, lo dado de forma más o menos explícita es la información referida a:

- › la ocurrencia de eventos cosísmicos en centros poblados.
- › la ausencia de información referida a la microzonificación sísmica de cierta área geográfica.
- › la geomorfología como herramienta para hacer estudios de microzonificación sísmica.

En la Figura 1, lo anterior se corresponde con el Estado Inicial del problema, lo que se tiene como dado en la situación y que el investigador observa aquí y ahora. Esta información puede estar referida a los antecedentes de la situación-problema.

Siguiendo el ejemplo de Laffaille & Ferrer (2006), conforme a la figura 1 se muestra:

-La meta del problema, lo que quiere lograrse, a donde se quiere llegar; información relacionada con:

- › la necesidad actual de información geológica para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra.
- › la necesidad de contar con información geomorfológica para evitar errores en el desarrollo de infraestructura civil.

Existen otros dos componentes importantes en la estructura de un problema observables en la Figura 1. En primer lugar, se identifica cierta clase de elementos en la situación, factores específicamente, que tienden a poner condicionantes para alcanzar la meta; es decir, condicionan el tipo de solución que se puede aportar para el problema. De otra manera, la solución no es factible, no sería viable pues *no cumple* con la condicionante señalada. A esta parte del problema se le conoce como *Restricciones* y constituyen un factor crítico para la solución. No considerar las restricciones del problema es similar a no resolverlo o no dar la respuesta que se solicite.

- › Si no se conocen los efectos cosísmicos pueden tomarse decisiones equivocadas (y esto constituye un problema).

En segundo lugar, una vez que se han considerado los tres factores anteriores (datos, metas y restricciones) es cuando el trabajo en Ingeniería comienza: se requiere generar las *Operaciones* necesarias para dar con la solución más eficiente y económica; en otras palabras, el componente “operaciones” se refiere a las acciones específicas que deben realizarse para ir de los datos a la meta, considerando las restricciones que la situación impone.

- › Utilizar la geomorfología para el estudio de los efectos cosísmicos permitirá obtener información relevante para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra.

Sorprendentemente toda la información a la que se hace referencia puede ser destacada en la formulación del problema a partir de la consideración de la estructura de un problema como modelo.

Un segundo ejemplo:

Hernández & Valls (2007) proponen una investigación en Ingeniería Geofísica empleando ciertos métodos típicamente usados en dicha especialidad. Plantean el siguiente problema:

(I) “El Norte de Venezuela está caracterizado por una moderada a elevada actividad sísmica, debido a la interacción de la placa Caribe con la Sudamericana (...); este movimiento entre ambas placas, de elevado potencial sismogénico, ha generado un importante número de terremotos destructores a través del tiempo, lo cual representa una amenaza sísmica para la zona Central y Andina del país”.

(II) “Debido a tal situación, la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) junto con otras instituciones nacionales e internacionales académicas y

de investigación, ha desarrollado diferentes estudios en la parte central del país con la finalidad de caracterizar las zonas de mayor riesgo sísmico en Caracas (...) empleando para ello un método que relaciona los períodos fundamentales de los suelos con el espesor de las capas sedimentarias a partir de mediciones de ruido sísmico, método conocido como Nakamura (...)."

(III) "Sin embargo existen otras zonas a lo largo del Nor-Oeste de Venezuela que por su ubicación son consideradas como vulnerables a eventos de naturaleza sísmica y que desde hace algunos años han manifestado una expansión urbana considerable, entre las cuales se encuentran Quibor y Duaca (estado Lara)".

(IV) "La norma COVENIN 1756-98 para edificaciones sismorresistentes clasifica a la región de Barquisimeto como zona 5, con un valor de aceleración máxima de 0,3g. Debido a esto y a que los únicos estudios realizados se ubican en la parte central de este estado, se presenta la necesidad de realizar una caracterización sísmica del suelo en las localidades de Duaca y Quibor, ubicadas en la parte este del estado Lara. En la búsqueda por solventar dicho problema, se propone un proyecto de microzonificación de las zonas mencionadas, basado en la utilización de medidas gravimétricas y de ruido sísmico ambiental a fin de conocer el comportamiento del subsuelo en el momento de la ocurrencia de un sismo".

Atendiendo al texto anterior se tiene:

En (I) y (II) → Se plantea una situación problema; se presentan algunos DATOS de algo que se puede constatar a través de la observación o con datos empíricos de investigaciones precedentes.

En (III) → Los autores reiteran una situación que está "problematizada" (los sismos destructores que se mencionan en I) e introducen un cuestionamiento a lo que se sabe sobre la situación observada o sobre los datos referidos: Si Funvisis ha querido estudiar el riesgo sísmico en la zona central de Venezuela, no ha considerado el nor-oeste del espacio geográfico objeto del estudio. Esto limita el conocimiento que se tiene sobre la sismicidad producida por la interacción entre las placas Caribe y Suramericana. Conocer el riesgo sísmico de la región-objetivo pasa primero por ampliar el conocimiento de otras zonas, pero esto aún no se ha realizado, es necesario considerarlo para avanzar en la comprensión del fenómeno. Resulta entonces en una CONDICIÓN o RESTRICCIÓN que en la situación presentada es necesario atender.

En (IV) → Se reitera la RESTRICCIÓN cuando se afirma que "los únicos estudios realizados se ubican en la parte central de éste estado". Pero los autores atisban una alternativa que atendiendo a tal restricción, permita resolver el problema de la falta de conocimiento de la zona de estudio. En tal sentido proponen alcanzar una META (realizar la microzonificación de las zonas de Quibor y Duaca) a través de ciertos OPERADORES (el empleo de los métodos gravimétrico y de Nakamura) con lo cual dan una solución al problema de interés.

Este segundo ejemplo de un texto-problema sirve para hacer referencia a las situaciones que, normalmente, se encuentran en la profesión de Ingeniería Geofísica y que se prestan para investigar sobre ellas.

Características de los problemas de investigación en Ingeniería

Puede decirse que los problemas en Ingeniería se diferencian de los problemas de la ciencia en general en ciertos atributos básicos. A continuación se enumeran:

- 1) Derivan de una necesidad de mejora de la vida humana puesto que la Ingeniería debe avocarse a favorecer a esta última. Constituye este atributo el carácter ético que debe tener toda actuación en el campo profesional de la disciplina y en última instancia un rasgo definitorio de la clase de actividades a las que se dedica la Ingeniería.
- 2) En su resolución requieren herramientas, teorías, conceptos, leyes y procedimientos que pueden ser del dominio de las ciencias básicas (Matemática, Física, Química) pero también pueden interceptarse con recursos, teorías, herramientas, conceptos y procedimientos que proveen las ciencias sociales y las ciencias humanas (Economía, Estadística, Sociología, Psicología).
- 3) Usualmente pueden orientarse a la invención y a la optimización de diseños, componentes o sistemas, pero también pueden resolverse para generar, extender o replicar el conocimiento en un área de especialización particular.
- 4) Exigen muchas veces la aplicación de protocolos estandarizados de resolución, pero en otros casos pueden requerir el uso del pensamiento divergente para hallar soluciones creativas, no sujetas a ningún estándar.

Una segunda aproximación al planteamiento del problema de investigación en Ingeniería

Entendiendo de forma general lo que es un problema y los atributos que distinguen a los problemas en Ingeniería, tal como se explicó en las secciones anteriores es posible dar con la redacción de un problema de investigación. No obstante, muchos problemas no se presentan con una estructura tan clara como el ejemplo propuesto, sino que ameritan un mayor esfuerzo intelectual para identificarlo y redactarlo a través de ideas coherentes.

En torno a lo anterior, se dará paso ahora a otra forma posible de plantear, redactar y verificar un problema de investigación en Ingeniería, empleando una estrategia de sofisticada sencillez. Para ello se requiere primero recordar la idea de problema como estructura: datos, metas, restricciones, operaciones y asumir como producto final (lo que resultará del planteamiento del problema de investigación) una composición (texto escrito) de tres partes que incluye de forma más o menos explícita los componentes anteriores.

Hay tres aspectos básicos en la estructura del texto que puede expresar adecuadamente el problema, una estructura textual que se denomina “*texto de problema-solución*” (Santalla, 2000): la primera parte de la redacción incluirá los antecedentes y la situación actual; la segunda parte incluirá lo que más adelante se explicará como la “*problematización*” del problema; y la parte final incluirá la forma general como se prevé abordar el problema para darle una posible solución y la aproximación al propósito del estudio. Estos tres aspectos serán explicados con detalle a continuación considerando las interrogantes que Itriago (2002) sugiere para ello.

Para plantear el problema de la investigación se toma inicialmente como referente el tema que se ha seleccionado y las observaciones que se han hecho sobre objetos, dispositivos, fenómenos o sistemas vinculados con un aspecto particular del área temática. Este es el punto de partida; pero el primer aspecto debe organizarse sobre la base de ciertas preguntas que pueden darle direccionalidad al proceso de pensamiento vinculado con el planteamiento del problema. El/la investigador/a debe prestar cuidadosa atención a las respuestas que dé a las cuestiones que se presentan seguidamente para verificar que en esta fase ejecutiva de la elaboración del documento haya coherencia interna en el manuscrito.

Primera interrogante: En relación con lo observado, ¿qué es lo que está sucediendo y cómo está sucediendo?

Esta pregunta interpela acerca de qué aspecto de lo que se ha venido observando resulta destacable o constituye el principal objeto de atención del investigador como para identificar en ello un problema.

Segunda interrogante: En relación con lo observado, ¿desde cuándo ha venido sucediendo? (dimensión temporal).

Esta pregunta interroga acerca de la evolución en el tiempo de lo que viene sucediendo a lo que se observa; se focaliza aquí en aspectos históricos (aunque en un sentido relativo puesto que lo observado puede ser de larga data o relativamente reciente) que destacan su dimensión temporal.

Tercera interrogante: En relación con lo observado, ¿dónde está sucediendo?

Esta pregunta interroga acerca de la dimensión espacial donde ocurre lo que se ha considerado objeto de observación para la investigación en proceso. El problema de la investigación, como se hace evidente, incluye tanto la *dimensión temporal como la espacial*. La dimensión espacial abarca tanto el contexto geográfico como el espacio temático o discursivo.

Cuarta interrogante: En relación con lo observado, ¿Quién ha investigado antes acerca de ello?

Esta interrogante interpela en torno a antecedentes de investigaciones preliminares, directamente relacionadas con el problema (estudios publicados, trabajos de grado, de maestría o doctorado anteriores, por ejemplo) o indirectamente vinculadas a él (un reporte sobre el tema en el que se inserta el problema presentado en un congreso científico o tecnológico, por ejemplo)

Se tienen así los referentes a los cuales se debe responder en un momento previo a la primera redacción del problema; la Figura 2 contiene un mapa mental que ayuda a representar lo anterior de forma gráfica:

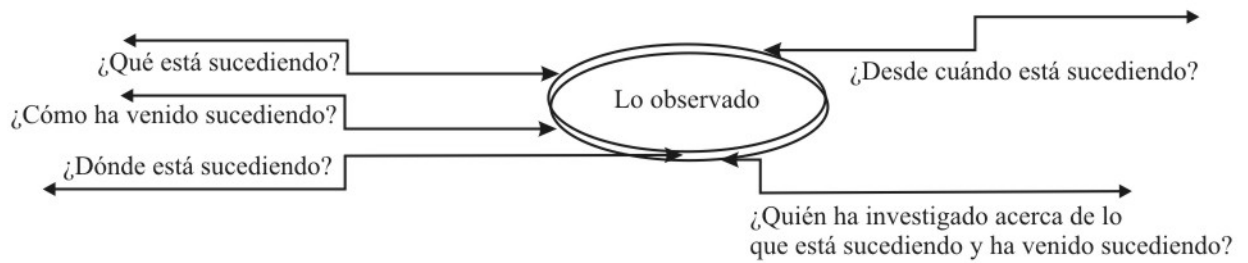


Figura 2. Preguntas referenciales que guían la redacción de la primera parte de un texto de problema-solución contentivo del problema de una investigación en Ingeniería

Como se puede observar, el modelo propuesto en la Figura 2 sirve para destacar lo que antes se consideró relevante en la *primera parte* de la redacción del planteamiento del problema, específicamente la idea de que dicho planteamiento debe dar cuenta de la situación actual, objeto de interés para la investigación y los antecedentes (antiguos y/o recientes, dependiendo de la temática) que puedan descubrirse sobre el mismo. Estas consideraciones permitirán hacer una redacción preliminar tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

González & Martínez (2006). Influencia de la longitud del recipiente y la ubicación de las sillas en los esfuerzos circunferenciales de recipientes horizontales usando el método de elementos de contorno. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, 21* (2), 93-100¹.

“El análisis de esfuerzos circunferenciales en el contacto silla-cuerpo en recipientes horizontales largos ha sido realizado por largos años usando el método de Zick (Zick, 1951), el cual se basa en un conjunto de correlaciones teóricas-empíricas que se ajustan a resultados de mediciones experimentales de deformaciones en un recipiente de almacenamiento de propano. Posteriormente, se han realizado investigaciones para determinar esfuerzos en recipientes horizontales (Widera *et al.* 1988; Ong, 1995; Nash & Tooth, 1996) que utilizan el Método de Elementos Finitos, para compararlos con los resultados obtenidos por Zick y/o para plantear métodos paramétricos de cálculo”.

“La aplicación del Método de Elementos de Contorno (MEC) para este tipo de problemas de elastostática fue desarrollado en 1967 por Rizzo, para análisis en dos dimensiones, siendo extendido a tres dimensiones por Cruse (1969). Estas soluciones planteaban la ausencia de fuerzas de cuerpo, debido a su poca relevancia para los ejemplos numéricos desarrollados por ellos; además, dichas cargas al depender del volumen y no del contorno, le quitan algunas ventajas computacionales inherentes del MEC.”

Observando el ejemplo, de acuerdo a lo que se viene exponiendo, el fragmento del artículo al que se hace referencia atiende a cada uno de los aspectos o interrogantes que se han propuesto como preguntas-guía para la redacción de esta primera parte del texto del planteamiento del problema (obsérvese que hay una idea que se desarrolla progresivamente desde lo más general a lo más específico; no necesariamente todas las preguntas guías son de obligatoria inclusión). Aplicando el esquema de preguntas estratégicas, se tiene entonces lo siguiente:

(I) *Primera interrogante:* ¿Qué está sucediendo y cómo está sucediendo?

Respuesta: En Ingeniería se ha estudiado el tema de análisis de esfuerzos circunferenciales en recipientes horizontales; el contacto silla-cuerpo es de particular interés en este ámbito. Otros métodos empleados en este campo son el de elementos finitos y el de elementos de contorno. Este último incluye dos dimensiones y ha sido extendido a tres. No consideraban estos métodos la ausencia de fuerzas de cuerpo pues resultaban irrelevantes y porque atenuaban las ventajas del método de elementos de contorno. Esto ocurre en un contexto espacio-temporal determinado (un intervalo de tiempo; un contexto de investigación específico).

(II) *Segunda interrogante:* ¿Desde cuándo ha venido sucediendo?

Respuesta: la investigación sobre la temática se inició hace más de 50 años, con progresos técnicos y metodológicos entre 1988 y 1996. Hacia finales de los años de 1960 se propusieron tanto un método de análisis para elementos de elastostática de dos dimensiones y una extensión de dicho método para el análisis tridimensional del objeto de estudio.

(III) *Tercera interrogante:* ¿Dónde está sucediendo?

Respuesta: se infiere que ocurre en un contexto de laboratorio

¹ Se toma el artículo de González y Martínez (2006) sólo como una ilustración ajustada, pero no estrictamente como un texto modelo. El artículo originalmente publicado puede tener una variedad de detalles de redacción que pueden ser mejorados para ajustarse a una estructura ideal como la que proponemos en este artículo.

bajo ciertos controles, sistemas de registro y observación (aun que el texto citado no especifica mas detalles).

(IV) *Cuarta interrogante:* ¿Quién ha investigado antes acerca de ello?

Respuesta: A partir de la lectura del texto citado se sabe que hay al menos seis (6) autores que han dedicado esfuerzos para estudiar el fenómeno de interés: 1) Zick (1951) (la referencia más antigua de trabajos en esta área de acuerdo a los articulistas) quien para el análisis emplea el método Zick (se supondrá entonces que se trata de un método que este autor propuso); 2) Rizzo (1967) (emplea el método de elementos de contorno para dos dimensiones); 3) Cruse (1969) (emplea el método de elementos de contorno para tres dimensiones); 4) Widera *et al.* (1988); Ong (1995); Nash & Tooth (1996) (que utilizan el método de elementos finitos para comparar resultados con el método de Zick).

Se tiene entonces un texto en el que se encuentran los componentes deseables (I a IV) que se consideró deberían estar presentes en la redacción de la primera aproximación al planteamiento del problema de investigación expresado en las interrogantes. Lo anterior se corresponde con los *datos* que se evidencian en la situación-problema actual y que al respecto se decía en otro apartado se corresponde con un elemento estructural del problema de la investigación.

Se observa también que el producto de la composición que se desarrolla en la redacción del texto-problema se articula a lo que en ciertos modelos de psicolingüística se conoce, tal como se mencionó antes, como una *estructura expositiva de problema-solución* (Santalla, 2000); pero se trata solo de la primera parte del texto que se está construyendo y debe proseguirse con la composición del problema en prosa expositiva. A continuación entonces la segunda parte del texto del problema.

En la segunda parte de la redacción del problema se debe precisar con absoluta claridad lo que en la situación actual y en relación con lo observado, constituye lo *problemático* de ella. Siguiendo el esquema de Itriago (2002), la mejor manera de organizar la información que será de utilidad para plantear esta segunda parte del planteamiento del problema lo constituyen las siguientes preguntas:

Quinta interrogante: En la situación observada, ¿por qué sucede lo que se describe?

Esta pregunta resulta muy importante dado que obliga a pensar en la naturaleza real del problema, en cuanto a lo que en la situación identificada explica la razón de lo que *parece ser* un problema dentro de ella.

Sexta interrogante: Para la situación observada, ¿qué resulta problematizado dentro de ella?

Esta pregunta introduce un término posiblemente muy poco familiar, puesto que “problematizado” no es una palabra de uso frecuente. Es necesario aclarar aquí que su significado gira alrededor de la idea de “*lo que anda mal*”, o mejor, “*lo que no está bien*”, o “*lo que requiere intervenirse*”, o simplemente “*lo que amerita detenida atención*” en la situación. Si se dice que cierta situación es un problema, tal aseveración se formula porque en ella puede apreciarse algo que hace inferir que no está bien y que por tanto *representa un problema*; algo que está haciendo falta; que no está claro; que representa desacuerdo; que se desconoce.

Séptima interrogante: En relación con lo observado, ¿para quién o para qué ente es un problema?

Esta última interrogante en esta parte del esfuerzo en la redacción del problema ayuda a clarificar, de manera muy precisa, que el problema identificado afecta a algo o alguien (una comunidad, una empresa, un sistema, entre otras posibilidades) y por ello cobra sentido como reto (más que como problema para quien elabora el proyecto de investigación) en un contexto real y con implicaciones diversas.

Las tres interrogantes anteriores (5ta, 6ta y 7ma) aportan los referentes para proceder a redactar la segunda parte del planteamiento del problema, en la cual se “problematiza” y se concreta lo que en sí mismo es el centro del problema de investigación y la razón por la que se requiere investigar sobre el mismo. Una propuesta que incluiría tales referentes, y manteniendo la ilación con el ejemplo que se está construyendo en esta sección, se expone a continuación:

González & Martínez (2006). Influencia de la longitud del recipiente y la ubicación de las sillas en los esfuerzos circunferenciales de recipientes horizontales usando el método de elementos de contorno. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV*, 21 (2), 93-100.

“González & Martínez (2006) aplicaron el MEC en dos dimensiones sin fuerzas de cuerpo, para el análisis de esfuerzos circunferenciales en la sección transversal de un recipiente a presión horizontal, obteniéndose resultados satisfactorios; sin embargo, el análisis bidimensional no permitió incluir variables que tienen relevancia en el problema, tales como peso propio y del fluido entre apoyos, el ancho de silla, y la distancia entre sillas y cabezales(...)” Continuando con el método aquí propuesto para la redacción del problema, se procede a observar las interrogantes-guías precisando las respuestas que permitirán verificar que la redacción resulta conveniente.

(V) *Quinta interrogante*: ¿Por qué sucede lo que se describe?

Respuesta: los autores agregan información que permite inferir que las soluciones halladas para análisis de dos dimensiones no son enteramente extrapolables cuando se aumenta el espacio de dimensiones a analizar o al menos (y en coherencia con los párrafos preliminares del artículo) no hay claridad en las implicaciones que puede tener el no-empelo de las fuerzas de cuerpo en la investigación que utiliza el método de elementos de contorno. Esto resulta de gran relevancia en la situación que se expone como problema en este artículo.

(VI) *Sexta interrogante*: ¿Qué resulta problematizado dentro de ella (la situación)?

Respuesta: En este punto puede reiterarse lo que se afirma en la quinta interrogante pues se infiere a partir del texto que: 1) las fuerzas de cuerpo no parece haberse considerado en ninguna investigación preliminar que haya utilizado alguno de los métodos de análisis citados; 2) la carencia de datos concluyentes sugiere que los análisis bidimensionales no permiten la inclusión de variables relevantes en la situación de estudio (nótese que fácilmente se destaca que algo ocurre, algo no está bien, algo necesita detenida atención, algo resulta *problematizado* en ella).

(VII) *Séptima interrogante*: ¿Para quién o para qué ente es un problema?

Respuesta: En el texto citado se infiere que para la comunidad de investigadores/as en este campo de estudio de los recipientes cilíndricos horizontales, el conocimiento del efecto que puede tener el empleo de fuerzas de cuerpo para los análisis resulta de interés especial. Puede suponerse que los autores se cuestionan si con el uso del MEC los posibles resultados que se obtendrán resultarán equivalentes a los que en un primer momento se obtuvieron a través del método Zick empleado hace cinco décadas (y referido en la primera parte de la redacción del problema).

Se tiene entonces las dos primeras partes que resultan esenciales en la redacción del planteamiento del problema: la situación actual y lo que viene ocurriendo en la forma como se decide exponerlo (evidenciados en las respuestas a las interrogantes I a IV y que, como se dijo, se trata de los datos acerca del problema) y los aspectos que resultan problematizados de ella (interrogantes V a VII) en la que pueden destacarse las *restricciones* que la situación

impone. Falta entonces un cierre para completar tanto la estructura del problema como la estructura del texto de problema-solución que se está construyendo. Este cierre en la redacción del planteamiento del problema se logrará como consecuencia lógica o implicación, para lo que interesa ilustrar aquí de las dos partes precedentes.

De lo anterior, puede ampliarse el modelo representado en el mapa mental que se presentó unos párrafos atrás y que ahora se presenta en la Figura 3; se trata de un mapa de mayor elaboración.

Para la construcción de la tercera y última parte de la redacción del problema, se debe hacer un esfuerzo para que ella se derive coherentemente de lo que hasta ahora se ha redactado como parte del problema; es decir, las partes primera y segunda de esta redacción pueden ser consideradas como argumentos convincentes cuya consecuencia es la parte final del texto que se va a elaborar, tal como se ilustrará a continuación.

En esta última parte se recogen todos los elementos anteriormente expuestos en las preguntas o interrogantes-guías, y se verá en ellos la implicación que tiene. Puede plantearse una interrogante accesoria adicional:

Octava interrogante: ¿qué puede hacerse para intentar resolver el problema?

² No debe perderse de vista la coherencia con los párrafos precedentes del artículo

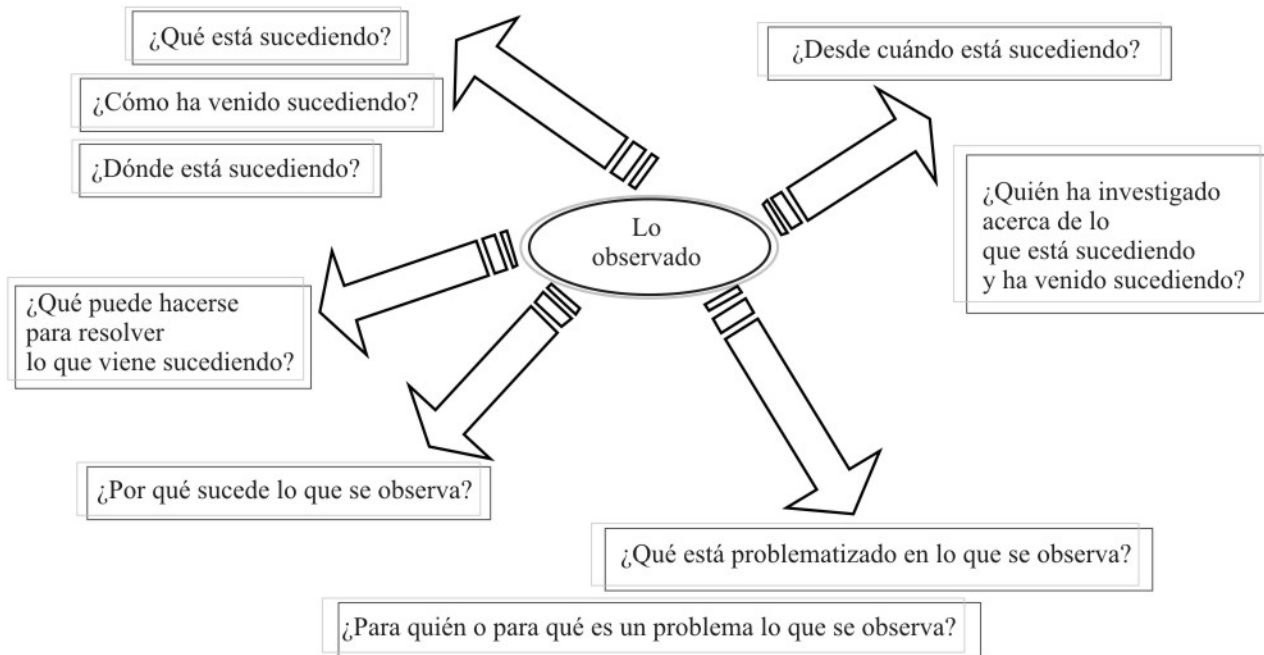


Figura 3. Preguntas referenciales que guían la redacción global de un texto de problema-solución contentivo del problema de una investigación en Ingeniería

En otras palabras, la última parte de la redacción del planteamiento del problema presenta un atisbo o aproximación a lo que metodológicamente en Ingeniería es posible proponer para resolverlo; en otras palabras, se formula aquí claramente la meta o el propósito para la situación planteada, indicando de manera general lo que se puede hacer o bien la forma como se puede operar para superar exitosamente el problema que se está planteando.

“(…) se recomienda extender el problema a un análisis tridimensional, tema objeto de este estudio.

El análisis en tres dimensiones realizado tiene como factor fundamental la presencia de las fuerzas de cuerpo representadas en el peso propio del material que conforma el recipiente, ya que las otras variables mencionadas son incluidas mediante adecuadas condiciones de borde (...) se requiere resolver la Ecuación Integral del Contorno (EIC) con la integral de volumen que incluye la variable peso propio (...) para este trabajo se utilizó el procedimiento planteado por Beer (2000), de transformación de la integral de volumen en una integral de superficie (...) incorporado como rutina a un software basado en el MEC en tres dimensiones (MEC-3D) previamente desarrollado.”

(VIII) *Octava interrogante:* ¿Qué puede hacerse para intentar resolver el problema?

Respuesta: Se observa que en la redacción los autores del artículo refieren cuatro aspectos: 1) para conocer el efecto de las fuerzas de cuerpo se hace indispensable extender el análisis a tres dimensiones; 2) el propósito del estudio es precisamente realizar dicho análisis tridimensional; 3) el análisis es posible resolviendo la ecuación integral de contorno con la integral de volumen; 4) la solución a la integral referida se realizó a través de un método de transformación de la integral de volumen a integral de superficie, anteriormente planteado por cierto investigador (Beer, 2000).

Lo que se ha detallado hasta aquí expone básicamente la meta de la investigación propuesta, el lugar a donde el investigador quiere llegar o estado final del problema. Se observa que se incluye referencia a una restricción adicional (la necesaria resolución de una ecuación integral) pero que parece verse mejor como una sub-meta en la estructura de la situación formulada. Esto cierra la redacción requerida para organizar las ideas en torno a la intención de comunicación que se ha planteado en este punto: construir un texto de problema-solución que resulta en el planteamiento del asunto-problema.

Se tiene entonces un modelo de redacción organizado en tres partes que están representadas en la Figura 4, conforme a lo discutido hasta el momento.

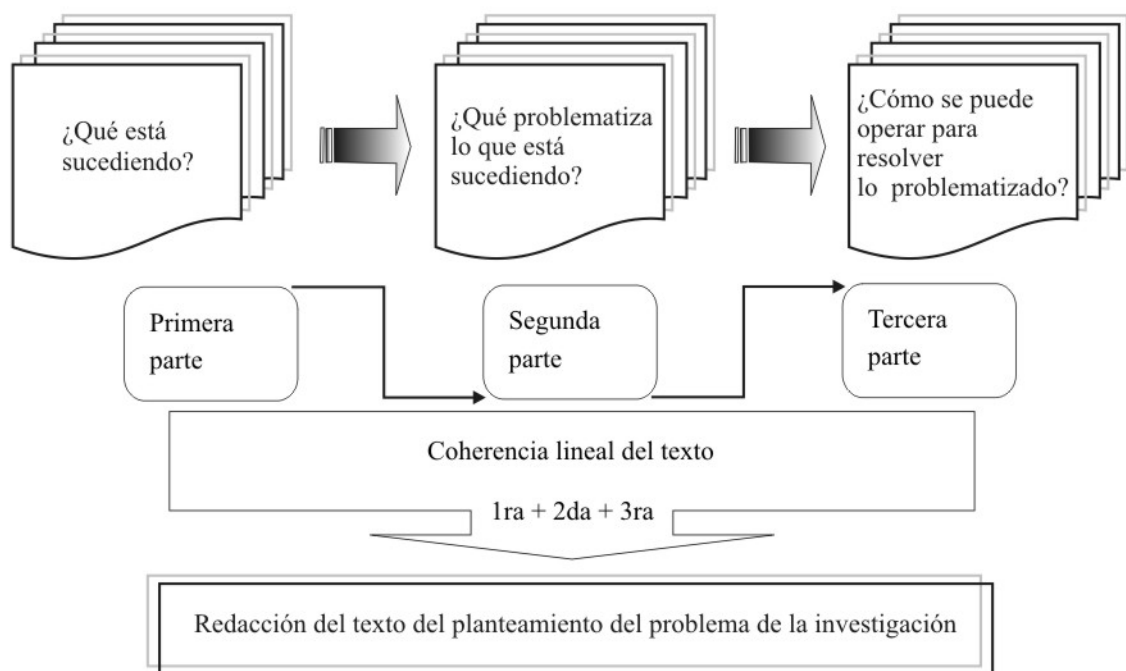


Figura 4. Síntesis de la estructura expositiva deseada para la redacción del texto contenido del problema de investigación

La Tabla 1 resume de forma sucinta el proceso estratégico-autoregulatorio base para el planteamiento del problema de la investigación en un proyecto de investigación en Ingeniería.

Modelos correctos³

A continuación algunos breves ejemplos que pueden ser de utilidad en la redacción del planteamiento del problema. Se advierte aquí que se trata de ejemplos que siguen en lo posible las orientaciones que se han dado en las páginas anteriores, pero que no se levantan como pauta de estricto cumplimiento pues está muy claro que existen muchas formas de uso de estilos discursivos para componer un texto; lo que interesa es que se atienda a lo que *estructuralmente* se considera conveniente de tomar en cuenta. Se incluye referencia a investigaciones reales pero que serán adaptadas (modificadas) para los fines pedagógicos que se persiguen en este artículo. Nótese que indirectamente también se plantean formas elaboradas de estilo y redacción de manuscritos.

Primer ejemplo:

Bermúdez *et al.* (2006). Diseño, construcción y calibración de un sistema automatizado para la separación de minerales pesados (SASMP). *Revista de la Facultad de Ingeniería*

de la UCV, 21 (3), 35-43. [Adaptación para propósitos instruccionales]

“La separación, concentración y beneficio de minerales es una técnica usada con frecuencia en Ingeniería de Minas para la obtención de minerales específicos (Barraza & Menco, 1997; Kelly & Spottishwood, 1982; Mullak & Bhappu, 1982). Esta técnica también es empleada con frecuencia en Geología para la concentración de ciertos minerales que proporcionan información geológica de determinada región. Tal es el caso de los minerales accesorios (apaquitos, circón y esfenas) que reciben el nombre de accesorios porque se encuentran en muy pequeñas cantidades dentro de cuerpos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Estos minerales contienen alto contenido de U^{238} en su estructura interna y por ende pueden ser fechados por el Método de Huella de Fisión o MHF (Bermúdez *et al.* 2005; Wagner & Van Den Haute, 1992).

Con el propósito de concentrar minerales para este último fin, es necesario procesar grandes cantidades de rocas. En el caso particular de apatitos detríticos en areniscas de las formaciones Isnotú y Betijoque del Estado Trujillo, se necesitan por lo menos 50 kilogramos de sedimentos para obtener una fracción de apenas dos (2) gramos de apatitos, lo cual puede variar dependiendo del terreno fuente o roca que esté siendo erosionado.

³ Se toman ejemplos de investigaciones publicadas en revistas especializadas puesto que en teoría deberían tener una estructura en la que se incluye la especificación del problema que se investiga. Dichos ejemplos han sido ajustados para los propósitos didácticos de este documento.

Tabla 1. Estrategia de composición de texto de problema-solución para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería

	Interrogante	Estrategia de composición para el contenido del planteamiento del problema	Aspecto estructural al que corresponde
1	¿Qué está sucediendo y cómo está sucediendo?	Identificar qué aspecto de lo que se ha venido observando y que ha centrado la atención resulta destacable como para identificar en ello un problema.	Primera parte (los datos del problema)
2	¿Desde cuándo ha venido sucediendo?	Destacar la evolución en el tiempo de lo que le viene sucediendo a lo que se observa.	“
3	¿Dónde está sucediendo?	Especificar la dimensión espacial donde ocurre lo que se ha considerado objeto de observación para la investigación en proceso.	“
4	¿Quién ha investigado antes acerca de ello?	Agregar antecedentes de investigaciones preliminares, directamente relacionadas con el problema o bien, indirectamente vinculadas con el mismo.	“
5	¿Por qué sucede lo que se describe?	Analizar los aspectos de la situación identificada que pueden explicar la razón de lo que <i>parece ser</i> un problema dentro de ella.	“
6	¿Qué resulta problematizado dentro de ella (la situación)?	Incorporar los aspectos que hacen inferir lo que no está bien en la situación y que, por tanto, <i>representa un problema</i> ; algo que está haciendo falta; que no está claro; que representa desacuerdo; que se desconoce.	Segunda parte (la problematización de la situación y restricciones identificables)
7	¿Para quién o para qué ente es un problema?	Destacar que el problema identificado afecta a algo o alguien (una comunidad, una empresa, un sistema, entre otras posibilidades) y por ello cobra sentido como reto (más que como problema para quien elabora el proyecto de investigación) en un contexto real y con implicaciones diversas.	“
8	¿Qué puede hacerse para intentar resolver el problema?	Concluir con la aproximación a lo que <i>metodológicamente</i> en Ingeniería es posible proponer para resolverlo.	Tercera parte (la meta del problema y las posibles operaciones para resolverlo)

La concentración inicial de estos minerales es realizada en trituradoras, tamizadoras y mesas hidrodinámicas, como la mesa Rodgers & Wilfley, por separado, lo que requiere del empleo de grandes intervalos de tiempo, de una a dos semanas, para la concentración inicial de minerales en una masa de 50 kilogramos de sedimentos. Esto afecta el rendimiento del proceso y aumenta sus costos de operación.

En vista de lo anterior, en este proyecto se plantea el proceso de diseño, construcción y calibración de un sistema de separación de materiales pesados, automatizado, que pretende mejorar la eficiencia de operación a partir de la aceleración de la concentración de minerales, procesando grandes volúmenes de rocas y sedimentos que podrán ser luego fechados por MHF.”

Segundo Ejemplo:

López & Godoy (2007). Evaluación de los métodos espectrales para el diseño de columnas de concreto armado de estructuras planas. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV*, 22 (1), 21-35⁴. [Transcripción literal]

“El método de análisis espectral es comúnmente usado en ingeniería sísmica para estimar los valores máximos de respuestas en estructuras lineales sujetas a movimientos sísmicos. En este método las respuestas modales máximas son entonces combinadas de una manera apropiada para estimar los valores máximos probables de las respuestas de interés (Chopra, 2001). Es idealmente apropiado para el análisis o diseño de elementos estructurales que son

controlados por el valor máximo de una única respuesta, tal es el caso de una viga gobernada por el máximo momento flector. Utilizando factores de reducción en los espectros elásticos, el método de análisis espectral también se suele utilizar en el diseño de estructuras que responden en el rango inelástico, tal como se presenta en normas sismorresistentes nacionales (COVENIN, 2001) e internacionales (ICBO, 1997; ECS, 1998; ICC, 2000). Para aquellos miembros en los cuales la acción simultánea de múltiples respuestas sísmicas deba ser considerada, como por ejemplo una columna sujeta a carga axial y a momentos flectores, un diseño utilizando los máximos valores de estas fuerzas puede no ser el más idóneo.

La respuesta de miembros a movimientos sísmicos multicomponentes se fundamenta en el modelo de Penzien & Watabe (1975), en el cual el movimiento traslacional del terreno es usualmente descompuesto en sus tres componentes principales, no correlacionadas: dos en el plano horizontal y una en la dirección vertical. En este trabajo solo se considera una componente horizontal.

Para miembros en los cuales la acción simultánea de múltiples respuestas sísmicas debe ser considerada en el diseño, se han desarrollado en los últimos años investigaciones como las de Menem-Der Kiureghian (2000a; 2000b) (MDK) y las de Anastassiadis-Avramidis-Panetsos (2002) (AAP). La investigación MDK, predice la envolvente que limita dos o más respuestas en una estructura lineal; sin embargo, está limitada a que las componentes horizontales tengan espectros proporcionales. Por otro lado, la determinación de la denominada envolvente suprema es extremadamente laboriosa y debe ser realizada punto por punto; además la determinación del punto de contacto entre la superficie de capacidad y la envolvente suprema requiere el uso de un algoritmo numérico especial en una manera iterativa, cuya convergencia a un máximo o mínimo global o local no puede ser predicha desde el principio. La investigación de AAP, deriva las propiedades tensoriales de una respuesta arbitraria de una estructura sujeta a una excitación sísmica ortotrópica y en base a ello desarrolla los métodos del Esfuerzo Extremo y de la Fuerza Extrema, los cuales permiten considerar espectros con formas distintas, pero está limitado sólo a componentes horizontales. Adicionalmente, ambas investigaciones solo ilustraron la aplicación de los métodos propuestos a una única estructura, por lo que los resultados no pueden ser extrapolables a otras estructuras; por lo tanto, conviene extender esas investigaciones

mediante análisis paramétricos de estructuras, tal como los realizados por López-Chopra-Hernández (2000), en el caso de una sola respuesta a fin de evaluar la factibilidad y la incidencia de aplicar estas nuevas metodologías. Por otro lado, interesa conocer el grado de aproximación y los errores que se introducen al usar las metodologías aproximadas de diseño (Marín-Guell, 1984) contenidas en las normas nacionales (COVENIN, 1985) y extranjeras vigentes.

El principal objetivo de esta investigación es evaluar el método tradicional de diseño espectral de columnas que considera los valores máximos probables de la fuerza axial y del momento flector, para estructuras planas de concreto armado sometidas a una sola componente sísmica. Con esta finalidad, este método se compara con otros métodos más refinados propuestos recientemente por Anastassiadis-Avramidis-Panetsos (2002), denominados del Esfuerzo Extremo y de la Fuerza Extrema, los cuales utilizan el concepto de valores simultáneos probables de fuerza axial y momento flector. Se comparan también los valores de diseño obtenidos por todos los métodos con el conjunto de valores posibles de fuerza axial y momento flector cuya envolvente está dada por la elipse de interacción de Gupta.”

Evaluación del correcto planteamiento del problema de la investigación

Una vez vistos algunos ejemplos acerca de las formas correctas para formular un problema de investigación, conviene decir que casi toda la investigación que se va a realizar dependerá de la adecuación del planteamiento del problema.

En las páginas anteriores se establecieron unos criterios muy específicos que pueden ser de gran ayuda para la redacción del problema. En las líneas siguientes se establecerá una forma de verificar si lo que se hizo está bien o necesita corregirse.

En principio, considérese que una evaluación es sencillamente una manera de validar o verificar que una actividad realizada se haya cumplido según una serie de parámetros que se han establecido previamente. En esencia, tales criterios pueden servir para generar una lista de cotejo y revisar el planteamiento completo de la redacción. La Tabla 2 muestra sucintamente este proceso auto-regulatorio de revisión de la actividad de producción del problema:

⁴ El artículo de López y Godoy resulta un buen ejemplo de redacción de un problema de investigación (entre otros aspectos); se toma como ilustración de un modelo correcto; no obstante, el apartado citado aquí puede aún mejorarse si se atiende a ciertos elementos de redacción y, en especial, si se considera separar algunos párrafos que resultan muy extensos y que peligrosamente (para la organización de la información) incluyen más de una idea central, lo cual puede distorsionar la comprensión de lo expuesto.

Tabla 2. Proceso de revisión del texto problema-solución del planteamiento del problema. Primer paso

Paso	Meta general	Acción sugerida	Interrogante de auto-supervisión asociada
Primer paso	Redactar el problema de acuerdo a las indicaciones. Verificar lo hecho	Compare si la expresión escrita del problema formulado tiene relación con el tema que originalmente se identificó. El problema debe formar parte de dicho tema	¿Tiene que ver el problema con la temática de donde originalmente debió derivarse?
		Indague en la construcción de cada párrafo, buscando inconsistencias, contradicciones, ideas vagas o inconexas y falta de ilación entre las diferentes partes que componen el texto que se redactó	¿Se comprende lo que se redactó? ¿Otra persona entendería lo que se expresa por escrito?
		Explique con sus propias palabras el problema formulado; luego lea en voz alta el texto redactado y compare si su versión oral coincide con su versión escrita	¿Se está diciendo lo mismo con palabras más o menos diferentes?

Realizando las acciones del primer paso, expuesto en la Tabla 2, podrá notarse si se está formulando realmente el problema que se pensaba abordar. Muchas veces la gran dificultad para el/la investigador/a estriba en cierta incompetencia al exponer por escrito la idea que se tiene pensada, por lo cual este ejercicio es crítico para decidir avanzar con el resto del contenido del proyecto de investigación.

Así mismo, al realizar las acciones del segundo paso, expuesto en la Tabla 3, se sabrá si lo que se está redactando cumple con los aspectos básicos que se supone están contenidos como estructura en la formulación del problema. Puede que en ocasiones el problema no muestre de forma muy explícita los datos; o bien, que se perciba que algunos datos funcionan como restricciones.

Tabla 3. Proceso de revisión del texto problema-solución del planteamiento del problema. Segundo paso

Paso	Meta general	Acción sugerida	Interrogante de auto-supervisión asociada
Segundo paso	Verificar si la redacción del problema contiene una estructura. En este momento, conviene releer cada párrafo del texto del problema para revisar si pueden identificarse los aspectos de la estructura de un problema	Identifique en el texto los aspectos que forman parte de los datos o información explícita que constituyen el estado inicial del problema	¿De dónde parte la situación? ¿Cuáles son los datos que dan origen a lo que se quiere investigar?
		Identifique en el texto los aspectos que forman parte de la meta (o metas) que constituyen el estado final del problema	¿Cuál es el logro que se quiere obtener? ¿Cuál es el resultado que se aspira reportar con la investigación?
		Identifique en el texto los aspectos que pueden constituir condicionantes que deben cumplirse como restricciones para resolver el problema	¿Qué debe garantizarse en el proceso de solución del problema? ¿Cuáles son los aspectos que no pueden ignorarse para generar una solución al problema?
			¿El problema formulado tiene solución desde la Ingeniería?

En todo caso, lo importante es considerar que el problema está estructuralmente representado en la redacción y que el/la lector/a del texto efectivamente podrá identificar tal estructura, generando así un modelo mental que le permita comprender en qué consiste la idea de investigación. Observe que el problema planteado debe tener solución; de lo contrario hay que desechar lo redactado y elegir un nuevo tema o replantear el problema de forma radical. Estos aspectos son tremendamente importantes para elaborar un proyecto razonablemente adaptado a la necesidad de avance del conocimiento científico y técnico.

Esta evaluación permite monitorear lo que se está redactando. Puede ocurrir que el/la investigador/a responda cada pregunta en la dirección deseada y entonces esté realizando un buen texto al que sólo faltará algo de precisión (dado que se asume aquí la premisa de que siempre habrá una mejor manera de expresar lo que se escribe).

Pero también puede suceder que la redacción no pase la primera evaluación. Es decir, al aplicar los criterios para evaluar el proceso de redacción del planteamiento del problema el/la investigador/a puede darse cuenta de que el producto logrado no satisface lo esperado. Esto es razonable puesto que difícilmente se obtendrá una versión definitiva del planteamiento de un problema de investigación al redactarlo por primera vez, pero siguiendo las indicaciones del modelo que se sugiere aquí el proceso de producción del discurso puede facilitarse. Identificar que

la redacción inicial no está correcta obligará necesariamente a reflexionar, metacognitivamente, en los aspectos que se indican en la Tabla 4.

CONCLUSIONES

En este artículo se presentó una sugerencia de guía metodológica (una heurística) para la redacción del planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería. Se tomó como modelo un enfoque cognitivo-conductual del proceso de producción del discurso escrito cuyo propósito es facilitar al investigador o la investigadora la elaboración de un texto que exprese de forma conveniente frente a un público meta el asunto-problema de la investigación. Bajo las consideraciones de Hayes (1978) e Itriago (2002) se mostró, paso a paso, el proceso asociado con la organización de un manuscrito que exponga el problema de la investigación. Así mismo, se incluyeron guías para la evaluación de la redacción del problema, enfatizando la actividad autoregulatoria que ello implica. Lo que se espera con este modelo de trabajo para la redacción del problema es que investigadores/as y estudiantes en el área de Ingeniería puedan hacer uso de las sugerencias aquí expuestas y mejorar así la calidad de los trabajos que se publican en revistas de conocido prestigio, como la revista de la Facultad de Ingeniería, así como en otros tipos de publicaciones. El modelo puede también resultar válido para ser usado en el planteamiento del problema del trabajo de investigación de pre y postgrado.

Tabla 4. Indicaciones para la revisión de la redacción de las versiones preliminares del planteamiento del problema de la investigación

Dificultad	Interrogante asociada con el evento	Acción sugerida
Redacción no satisfactoria	¿Se debe a que no tiene clara cuál es la idea de la investigación?	Revise nuevamente lo que se sabe sobre el tema y utilice la observación para identificar un problema
	¿Se debe a que no se revisó suficiente bibliografía para tener una visión amplia y detallada de las peculiaridades del tema de la investigación?	Revise nuevamente la bibliografía consultada, analice nuevos documentos y elabore mapas o esquemas que representen su contenido
	¿Se debe a que tiene dificultades para redactar y expresar claramente lo que quiere decir sobre el tema?	Ensaye redactando nuevamente el texto; elabore un mapa mental con las ideas de la investigación tal como se les piensa y luego redacte un nuevo texto conforme a las indicaciones que se han dado
	¿Se debe a que no se encuentran las relaciones entre datos, metas y restricciones?	Revise de nuevo la bibliografía; repase sus mapas o esquemas realizados sobre la bibliografía procesada

REFERENCIAS

- BERMÚDEZ, M. A., MORA, J. L., GONZÁLEZ, A., NAVARRO, W., LECUE, P., AGOSTINI, A. (2006). *Diseño, construcción y calibración de un sistema automatizado para la separación de minerales pesados (SASMP)*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, 21 (3), 35-43.
- BUNGE, M. (2004). *La Investigación Científica* (3ra. Ed.). México: Siglo XXI Editores.
- CRUZ, C., ITRIAGO, M., SERRES, Y., ZERPA, C. E. (2003). *Guía de lenguaje y métodos de pensamiento*. Monografía no publicada. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.
- GARCÍA, F. (2007). *La Investigación Tecnológica*. México: Limusa.
- GONZÁLEZ, M. & MARTÍNEZ, M. J. (2006). *Influencia de la longitud del recipiente y la ubicación de las sillas en los esfuerzos circunferenciales de recipientes horizontales usando el método de elementos de contorno*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, 21 (2), 93-100.
- HAYES, J. R. (1978). *Cognitive Psychology*. Homewood: Dorsey.
- HERNÁNDEZ, A. & VALLS, J. (2007). *Caracterización geofísica en las zonas Quibor y Duaca del Estado Lara, mediante estudios gravimétricos y de ruido sísmico ambiental*. Proyecto de Trabajo Especial de Grado no Publicado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- ITRIAGO, M. (2002). *Procesos cognitivos en el TEG*. Monografía no publicada. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- KRICK, E. V. (2005). *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería*. México: Limusa.
- LAFFAILLE, J. & FERRER, C. (2006). *Evaluación de las condiciones físicas y análisis de vulnerabilidad del barrio San José de las Flores Alto y Medio (Mérida)*. Ejemplo de la importancia de la Geomorfología en los estudios de microzonificación sísmica. Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, 21 (4), 49-55.
- LÓPEZ, O. A. & GODOY, D. A. (2007). *Evaluación de los métodos espectrales para el diseño de columnas de concreto armado de estructuras planas*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, 22 (1), 21-35.
- NEWELL, A. & SIMON, H. (1972). *Human Problem Solving*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- POLYA, GEORG. (1990). *How to solve it*. New York: Penguin Books.
- SANTALLA, Z. (2000). *El sistema de memoria humano. Memoria episódica y memoria semántica*. Caracas: Ediciones UCAB.
- WRIGHT, P. (2004). *Introducción a la Ingeniería* (3ra. d). México: Limusa.