

## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN PARA INGENIERÍAS BASADO EN LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### RESEARCH METHOD FOR ENGINEERING BASED ON THE METHODOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH

Marco Canales<sup>1</sup>, William Paucar<sup>2</sup>, Noel Juipa<sup>3</sup>

Recepción: 11 de junio de 2017

Aceptado: 21 de setiembre de 2017

#### Resumen

Las investigaciones tienen un común denominador como problemática identificada en cuanto a su veracidad, practicidad y difusión, específicamente las instituciones de investigación y académicas disponen de protocolos bajo el enfoque del método científico. Problema muy trivial, pero la necesidad para los proyectos e informes de investigación en el campo de la ingeniería sean conceptualizados desde la perspectiva práctica era necesario tomar en cuenta la investigación para ingeniería o tecnológica. Campo con mucha información teórica y práctica (necesidades de las instituciones de la ingeniería) razón del presente trabajo de indagación, por la dispersidad, vaguedad y demasiadas contradicciones de autores e investigadores, se tuvo que considerar una delimitación para las ingenierías constructoras tales como la ingeniería de sistemas, informática, industrial y otras similares. El método de presentación y estructuración considera 7 etapas: tales como la búsqueda de documentación, identificación del problema, creación de la hipótesis, definición del método de trabajo, resolución, validación y verificación, análisis de resultados y conclusiones, y la redacción del informe final. En cuanto al uso de los métodos de investigación, se considera su flexibilidad para la aplicabilidad en cada situación, tales como: el paradigma metodológico, como tipo de investigación general para su consistencia de veracidad y difusión; el método concreto metodológico, que podría ser experimental u otro para su consistencia específica; y la metodología de índole ingenieril y a su vez los métodos y técnicas de interés en la solución al problema. Mediante el presente trabajo de investigación, se propone el método general de abordamiento a las investigaciones para ingeniería, que puedan resolver los problemas de apoyar los problemas de practicidad, veracidad y difusión.

**Palabras clave:** tecnología, método científico, investigación tecnológica, objeto de estudio, construcción de objetos

#### Abstract

Research has a common denominator as a problem identified in terms of its veracity, practicality and dissemination, specifically research and academic institutions have protocols under the scientific method approach. Very trivial problem, but the need for projects and research reports in the field of engineering are conceptualized from the practical perspective it was necessary to take into account the research for engineering or technology. Field with a lot of theoretical and practical information (needs of the engineering institutions) reason for the present investigation work, for the dispersity, vagueness and too many contradictions of authors and researchers, it was necessary to consider a delimitation for the construction engineering such as engineering of systems, computing, industrial and other similar. The method of presentation and structuring, considers 7 stages: such as the search of documentation, identification of the problem, creation of the hypothesis, definition of the work method, resolution, validation and verification, analysis of results and conclusions, and the writing of the report final. In turn, for engineering research, consider some generalities for the objects of studies such as: construction of new objects, built object, implementation and use of built objects. Regarding the use of research methods, its flexibility for applicability in each situation is considered, such as: the methodological paradigm, as a type of general research for its consistency of truthfulness and dissemination; the concrete methodological method, which could be experimental or another for its specific consistency; and the methodology of engineering nature and in turn the method and techniques of interest in the solution to the problem. Through this research work, we propose the general approach to research for engineering, which can solve the problems of supporting the problems of practicality, accuracy and dissemination.

**Key words:** technology, scientific method, technological research, object of study, construction of object.

<sup>1</sup> Mg. Ingeniería Industrial. Docente en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. Email: [marco.canales@unas.edu.pe](mailto:marco.canales@unas.edu.pe)

<sup>2</sup> Ing. Sistemas. Docente en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. E-mail: [william.paucar@unas.edu.pe](mailto:william.paucar@unas.edu.pe)

<sup>3</sup> Mg. Ingeniería de Sistemas. Docente en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. E-mail: [noel.juipa@unas.edu.pe](mailto:noel.juipa@unas.edu.pe)

## Introducción

La metodología de la investigación es un tema que, hoy día, presenta diversas situaciones a varios niveles y con diferentes consecuencias; lo más preocupante del caso, es el claro vacío existente en la formación metodológica de muchos profesionales en nuestro país, de disciplinas tan distintas como son las ciencias naturales (físicos, químicos, etcétera), ciencias sociales (economistas, sociólogos, etcétera) y aplicativas (ingenieros, administradores, etcétera). Este vacío metodológico es una limitante muy seria al momento de que tales profesionistas desean aplicar y hacer uso adecuado y efectivo del conocimiento especializado que adquirieron durante sus estudios, o que su propia experiencia profesional les ha proporcionado.

Las consecuencias sociales de estar enviando al mercado laboral a este tipo de profesionales limitados de origen en sus capacidades metodológicas son desastrosas, si tomamos en cuenta que son ellos “la gente “preparada” quienes tienen la responsabilidad de percibir, analizar y generar alternativas de solución a los problemas más apremiantes de la sociedad. Así, los egresados de las diversas licenciaturas cuentan con conocimientos, pero desconocen, cómo aplicarlos cabalmente para identificar y resolver con efectividad los problemas a los que se enfrentan.

El “saber abordar metodológicamente” problemas de investigación significa, básicamente, poseer la capacidad y habilidad críticas y lógicas para cuestionar la realidad y problematizarla con la finalidad de ubicar con claridad un objetivo de investigación, pararealizar el razonamiento necesario que proporcione coherencia a los pasos y las acciones a realizar para alcanzar dicho objetivo, así como para sintetizar los resultados y ordenarlos para su adecuada comunicación y difusión. *Estamos convencidos de que el problema metodológico de la investigación no se reduce al seguimiento ciego de tal o cual procedimiento o serie de pasos, que muchas veces se convierte en receta mecánica para acomodar artificial y forzosamente ciertas actividades.*

La evaluación en la población académica de las escuelas de Ingeniería, fueron realizadas a través de herramientas como las entrevistas a los docentes y acopio de información de las distintas fuentes; además de los trabajos de investigación de los docentes de las escuelas respectivas; tales como características de abordamiento de los problemas, métodos de solución e investigación.

Los resultados fueron las que se habían estimado, la existencias del 100% de uso de métodos de solución acorde a la especialidad, y en cuanto al

uso de la metodología de investigación, las que configura la metodología de investigación.

Entre las metodologías de investigación, específicamente los tipos de investigación más pertinentes son las cualitativas, cuantitativas y las creativas (heurísticas); y entre las específicas métodos deductivos y empíricos; y caso de estudio.

Esta presentación surge de la búsqueda de un método apropiado para fomentar y desarrollar la investigación en los campos de la ingeniería. El desarrollo de investigaciones en ingeniería resulta un tema de gran complejidad, sobre todo porque no abunda la literatura sobre esta actividad, campo diferente al de ciencias básicas y las ciencias sociales que guie eficientemente tal proceso, con las adaptaciones propias que ello implica. Siendo la ingeniería, una disciplina que se nutre todas las ciencias (las básicas y las sociales), resulta en una praxis que busca la mejora de la calidad de vida y el progreso de las civilizaciones empleando una metodología que le es propia: el método de diseño en ingeniería (1, 2).

## Materiales y métodos

**Variable independiente:** Métodos de investigación

**Variable dependiente:** Incentivar y desarrollar investigación para ingeniería

**Toma de datos:** Entrevistas

### Docentes

Los métodos de investigación aplicados en los trabajos de investigación no son los pertinentes, nos adaptamos a los formatos o rúbrica exigidos por las instituciones, el método científico tradicional.

Muchas veces los productos son tangibles (productos físicos, tales como prototipos de equipos, accesorios y otros) e intangibles tales como software, procesos, modelos, estrategias entre otras.

### Estudiantes pregrado

Tienen la misma respuesta que los docentes.

### Estudiantes posgrado

Lo mismo que los docentes

### Toma de datos: Tesis de las universidades, bibliotecas y web

### Métodos de investigación aplicados según los informes de investigación

En el cuadro 1, se muestra, el impacto de los métodos de investigación en los trabajos de tesis, considerados por el método científico, las que fundamentan la consistencia de la veracidad, replicación y la difusión de la investigación y no como método de abordamiento de una investigación aplicada en un contexto de la ingeniería.

Cuadro 1. Impacto métodos de investigación en el pregrado y posgrado

Item	Métodos de investigación	Pregrado	Posgrado	Total	%
1	Cuantitativo	25	45	70	19.4
2	Cualitativo	37	27	64	17.8
3	Descriptivo	34	21	55	15.3
4	Correlacional	12	23	35	9.72
5	Descriptivo	17	8	25	6.94
6	Explicativa	4	5	9	2.5
7	Aplicado	11	23	34	9.44
8	Experimental	14	8	22	6.11
9	No experimental	8	12	20	5.56
10	Histórico	7	2	9	2.5
11	A medida	14	3	17	4.72
<b>Total</b>		<b>183</b>	<b>177</b>	<b>360</b>	<b>100</b>

Fuente: Bibliotecas, bases de datos de universidades y web

**Método de estructuración de los informes de investigación**

Existe un sin número de métodos de investigación (estructuración de los informes de investigación), todas ellas bajo el modelo tradicional del método científico, razón necesaria y suficiente que no traduce, explica, difunde los trabajos de investigación para ingeniería.

Las ingenierías de sistemas, industrial y otras; tienen un contexto de aplicación donde el objeto de estudio puede ser: construcción de nuevos objetos, objeto construido e implantación y uso de nuevos objetos.

Algunos trabajos de investigación necesitan la probar la formulación de hipótesis y otras no son necesarios.

Se formulan las hipótesis en el caso de objetos construidos e implantación y uso de nuevos objetos; y las que no necesitan formularse las hipótesis se construye nuevos objetos.

**Método de la investigación tecnológica**

Según autores como Bunge (3) y García (4) la investigación aplicada tiene sus propias particularidades, pero todo nace del método científico.

Para nuestro caso, previo a una evaluación de los autores Esperanza

Marcos (5), Jiménez (6), García (4) y algunos aportes, se tuvo que considerar el método de investigación de inducción – deducción, a consecuencia de un análisis y síntesis de las realidades de los trabajos de investigación para ingeniería.

Para el formato general o método de investigación, se ha considerado el enfoque enfoque multidisciplinario, porque su nacimiento es de una realidad problemática y para lograr identificar el sistema u objeto problema, tenemos que identificar su existencia.

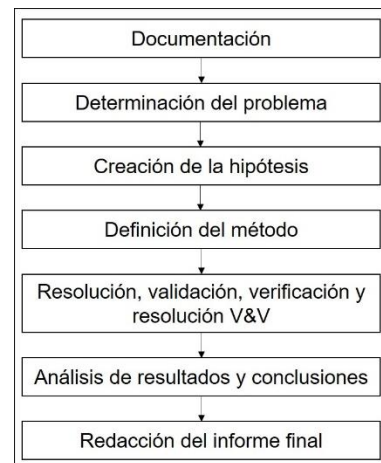


Figura 1. Método de estructuración de los trabajos de investigación

**Resultados**

**Etapa 0: Documentación**

Documentación acerca de la tecnología, las metodologías empleadas, productos utilizados, etc. En muchas ocasiones antes de comenzar un desarrollo es necesario documentarse sobre el dominio específico del producto a desarrollar.

**Etapa 1: Determinación del problema**

La captura de requerimientos permite realizar un análisis del problema, así como delimitar los aspectos concretos que se tendrán en cuenta para el futuro objeto.

## **Etapa 2: Creación de la hipótesis - en función al objeto de estudio**

El objeto de estudio es la construcción de nuevos objetos (modelos técnicos, estudio, métodos), que por no existir, no son susceptibles de experimentación. La hipótesis en ciencias de la ingeniería se formulará como la descripción del nuevo objeto que se desea construir.

## **Etapa 3: Definición del método de trabajo**

Al iniciar una investigación es preciso elegir el paradigma metodológico (metodología general de abordamiento, etc), así como el método concreto (investigación en acción, experimentación, etc.), del mismo modo, al iniciar resolver un problema podemos usar la heurística.

## **Etapa 4: Resolución, validación y verificación**

- a) La resolución; mediante el análisis de casos de estudio y el proceso de imaginación y creatividad.
- b) Verificación; mediante la implementación de un prototipo que permite eliminar ambigüedades y verificar su corrección.
- c) Validación; mediante su aplicación en casos de prueba.
- d) Resolución V&V; heurística, control y monitoreo.

## **Etapa 5: Análisis de resultados y elaboración de conclusiones**

Se trata de contrastar la hipótesis (contrastación de los requerimientos) planteada al inicio de la investigación con los resultados obtenidos de esta, se debe comprobar hasta qué punto se ha logrado los objetivos y en qué medida se ha resuelto el problema.

## **Etapa 6: Redacción del informe final**

Se detalla el manual de operación, manual del usuario, método de investigación, conclusiones, bibliografía y cualquier otro dato de relevancia para la comprensión y evaluación.

## Discusión

### **Etapa 0: La documentación**

Esta etapa considera importante y se manifiesta en todo el proceso, por la recolección de información, tales como bibliografías, textos, artículos, normas, reglamentos entre otras.

Algunos autores e investigadores del método científico, menciona que debería darse inicialmente, pero por la naturaleza de la practicidad y realidad se logra a lo largo de la investigación.

### **Etapa 1: Determinación del problema**

Muchos autores e investigadores solo consideran el problema central desde una perspectiva del tema

de interés, pero que en la realidad no es lo más viable. Sencillamente la manifestación del problema es a consecuencia de una serie de causas visibles, solo que tenemos que observarles y relacionarles en el mundo real, para esto debemos de admitir la importancia del enfoque de sistemas, pragmatismo, el análisis crítico y causal

## **Etapa 2: creación de la hipótesis**

Considerado en la etapa 1, los medios y justificaciones para el ámbito de la aplicación ingenieril.

## **Etapa 3: Definición del método de trabajo**

Existen tres situaciones muy importantes la **primera** debemos de elegir el paradigma metodológico, **segundo** el método concreto y por **último** el desarrollo o metodología técnica ingenieril, considerado en esta los métodos y técnicas concretas.

Esto es lo que la diferencia de la investigación científica, porque integra todos los métodos que se usaran para la solución del problema, rescatado oportunamente de Esperanza Marcos y que podría masificarse a todos las investigaciones tecnológicas.

## **Etapa 4: Resolución, validación y verificación**

Muy aparte de considerar, los métodos anteriores para la solución al problema, es necesario iniciar primero con una propuesta de construcción inicial del modelo teórico conceptual y que tendría que pasar por el proceso de verificación y validación convirtiéndose en un modelo prototipo básico inicial, pasar a retroalimentarse con la etapa 6 sucesivamente hasta alcanzar la solución integral y general esperada.

## **Etapa 5: Análisis de resultados y elaboración de conclusiones**

Similar al método científico

## **Etapa 6: Redacción del informe final**

Etapa de utilidad para la investigación tecnológica para el convencimiento y difusión práctica, pasos que el presente informe no se considera.

## Conclusiones

1. Para investigaciones de Ingeniería e Ingeniería en informática y sistemas, con algunas generalidades, se considera la:
  - Construcción de nuevos objetos
  - Objeto construido
  - Implantación y uso de objetos construido
2. La flexibilidad del uso de los métodos de investigación para cada situación:

- El paradigma metodológico, como tipo de investigación general para su consistencia de veracidad y diffusion.
  - El método concreto metodológico, que podría ser experimental u otro para su consistencia específica.
  - La metodología de índole ingenieril y a su vez los método y técnicas de interés en la solución al problema.
3. El método de presentación y estructuración considera 7 etapas:
- La documentación, Determinación del problema, Creación de la hipótesis, Definición del método de trabajo, Resolución, validación y verificación, Análisis de resultados y elaboración de conclusiones, y la Redacción del informe final
4. El método propuesto según lo planteado es una solución a la variabilidad de problemas en la formulación de métodos dispersos en investigación, específicamente para trabajos de investigación tecnológica en el campo de la ingeniería, esta responde a la necesidad urgente de las diferentes escuelas de ingeniería y de posgrado.

#### Referencias bibliográficas

1. Krick E. Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería. México: Editorial Limusa S.A.; 1999.
2. Wright P. Introducción a la Ingeniería. U.S.A.: Addison-Wesley Iberoamericana; 1994.
3. Bunge M. Investigación Científica. Barcelona: Ariel S.A.; 1976.
4. García F. La investigación tecnológica. Investigar, idear e innovar en Ingenierías y Ciencias Sociales. México: Editorial Limusa; 2009.
5. Marcos E. Investigación en Ingeniería del Software vs. desarrollo de software. España: Kibebe; 2008.
6. Jimenez C. Metodología de la Investigación Científica. Chiclayo, Perú; 2007.
7. Bello F. Reflexión: La investigación tecnológica: o cuando la solución es el problema. FACES. 2008; 1-14.
8. Chalmers A. La ciencia y como se elabora. Madrid: Editores S.A.;1992
9. Fetzer J. Philosophy of Science. EE.UU.: Paragon House Publishers; 1993.
10. Gallego A. Ser Doctor. Cómo redactar una Tesis Doctoral. Madrid: Fundación Universidad – Empresa; 1987.
11. Manzelli P. Science and Creativity: cultural and scientific change and innovation in educational and social science. [Internet] 1998. [Consultado abril 2005] Disponible en: <http://www.see.it/icn/cuba1.html>.
12. Marcos E. An Aristotelian Approach to the Methodological Research: a Method for Data Models Construction. Information Systems - The Next Generation. L. Brooks and C. Kimble. McGraw Hill; 1998.
13. Myers M. Qualitative Research in Information Systems. MIS Quarterly. [Internet] 2002. [Consultado abril 2015]. Disponible en: <http://www.auckland.ac.nz/msis/isworld/>.
14. Popper K. Realismo y el objetivo de la ciencia. Madrid: Tecnos; 1985.
15. Standler R. Creativity in Science and Engineering. [Internet] 2002. [Consultado abril 2015]. Disponible en: <http://www.rbs0.com/create.htm>.
16. Bourque P, Fairley R. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (Guía SWEBOK). [Internet] IEEE Computer Society y ACM Software Engineering Coordinating; 2008. [Consultado abril 2015]. Disponible en: <http://www.swebok.org/>.