

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA



FACULTAD DE INGENIERIA EN INFORMATICA Y SISTEMAS

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“METODO DE INVESTIGACION PARA
INGENIERIAS BASADO EN LA
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
CIENTIFICA”**

ARTICULO CIENTIFICO

TINGO MARIA, JUNIO

2016

1. TITULO:

“METODO DE INVESTIGACION PARA INGENIERIAS BASADO EN LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA”

2. AUTORES:

EJECUTORES:

Mg. Ing° MARCO ARTURO CANALES AGUIRRE

Ing° WILLIAM GEORGE PAUCAR PALOMINO

Mg. Ing° NOEL JUIPA CAMPO

3. 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 conceptuados desde la perspectiva practica 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.

A su vez, para las investigaciones de la ingeniería, considera algunas generalidades para los objetos de estudios tales como: construcción de nuevos objetos, objeto construido, implantación y uso de objetos construidos.

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.

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.

4. PALABRAS CLAVES

TECNOLOGIA, METODO CIENTIFICO, INVESTIGACION TECNOLOGICA, OBJETO DE ESTUDIO, CONSTRUCCION DE OBJETOS.

5. INTRODUCCION

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, para

realizar 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 (Krick, 1998; Wrigth, 2004)

6. REVISION DE LA LITERATURA

6.1. LA METODOLOGIA Y EL OBJETO DE ESTUDIO (Bello, 2008)

Hay 4 aspectos que tiene todo **método de investigación**, cualquiera sea su campo de aplicación: *campo científico, tecnológico, artesanal, cultural, popular, mágico-religioso, artístico.*

1. **Un objeto de aplicación** de un proceso de tratamiento de trabajo, de estudio. Todo método tiene que vincularse al objeto, es una cuestión indispensable para su existencia como vía de captación.
2. Posibilidad de que ese proceso, como método o vía construida, pueda **medir el objeto**: A) identificarlo; B) compararlo; C) evaluar ese objeto; D) captarlo; E) clasificarlo.
3. Elementos para captar y analizar los resultados.
4. Elementos para la propuesta final: solución, modelo, diseño.

Al **identificar la Investigación Tecnológica** tan solo con la Ciencia, y con la máquina, es decir con la **tecnología dura**, se estaría promoviendo la idea de que esta investigación le **estaría vedada a las ciencias sociales**. Así, por ejemplo, los estudios por encuestas se alejarían de la investigación tecnológica. Pero para la **tecnología blanda**, donde los elementos que se utilizan para hacer un **estudio son también de carácter técnico**, son técnicas, la encuesta podría convertirse también en un producto tecnológico, un objeto técnico de estudio, como también podría ser los procedimientos y los instrumentos para medir calidad o para captar el clima laboral, o para recabar información sobre accidentes laborales, declaraciones de impuestos, etc. **Los problemas técnicos de una encuesta** o esta como un problema técnico, pueden conformar la base para un estudio de **carácter tecnológico**. La Investigación Tecnológica no se hace con la finalidad de descubrir un problema; su **finalidad es de confirmar una situación**, tanto para *solucionar un problema satisfaciendo necesidades, como para producir la interpretación, el análisis de la tecnología en sí.*

6.2. EL MÉTODO (Marcos, 2008)

Una vez determinado el objeto de estudio, podemos ver qué *tipos de métodos* se adecuan más a cada tipo de investigación. Lógicamente, y como ocurre con cualquier

clasificación, habrá problemas que caigan en más de una de estas clases y que requieran, por tanto, la combinación de diferentes métodos.

Aunque los *métodos de investigación* pueden clasificarse de diversos modos, una clasificación ampliamente aceptada en la actualidad y suficiente para nuestra argumentación, es la que divide a *los métodos en cuantitativos y cualitativos* (Myers, 2002).

Los métodos deductivos y empíricos, podrían encuadrarse dentro de lo que se denominan **métodos de investigación cuantitativos** y son especialmente apropiados para el estudio de fenómenos u objetos naturales. Sin embargo, el estudio de fenómenos culturales y sociales requiere otro tipo de métodos, que no se basa en experimentos ni teorías formales, sino en entrevistas, cuestionarios, documentos, impresiones y reacciones del investigador, etc. Reciben el nombre de **métodos cualitativos** y entre ellos se encuentran la *investigación en acción*, *los casos de estudio*, *la etnografía*, etc. Nosotros añadimos un tercer tipo de métodos, los **métodos de investigación creativos** y que son aquellos que utilizan mayoritariamente las artes, si bien creatividad y ciencia están siendo cada día más relacionados (Manzelli, 1998), (Standler, 2002).

Aunque la creatividad podría verse como una característica de la investigación, independiente del método, entendemos que hay ciencias cuya investigación requiere de un alto grado de creatividad en oposición a la observación o la experimentación. Tal es el caso de las artes y de las ingenierías en cuanto al fuerte componente artístico de las mismas. Cuando la creatividad marca el proceso de investigación, hablamos de métodos creativos. Estos métodos se basan en características como la imaginación, premonición, visualización... y en ellos interviene la inteligencia creativa del investigador por encima de la racional (Marcos, 2008).

La **tabla 1**, resume los principales objetos de estudio, ciencias y métodos utilizados en la disciplina de la Ingeniería de Software.

	CIENCIA	OBJETO DE ESTUDIO	CARACTER	MÉTODOS
TIPO A	Ciencias de la Ingeniería del Software	Construcción de nuevos objetos	Ingenieril	Cualitativos Creativos
TIPO B	Ciencias del Software	Objeto construido	Empírico	Cuantitativos
TIPO C	Ciencias de los Sistemas de Información	Implantación y uso de objetos construidos	Cultural y social	Cualitativos

Fuente: Esperanza, Marcos. Grupo KIBELE. Investigación en ingeniería de software vs desarrollo de software. 2003.

Al inicio partimos también de la idea de que existe una gran similitud entre los métodos de desarrollo de software y los métodos de investigación en Ciencias de la Ingeniería de Software. Los métodos de desarrollo software, al igual que ocurre con los métodos de investigación en Ciencias de la Ingeniería de Software, tienen también un fuerte componente cualitativo (factores humanos, sociales y culturales). Además, nadie duda de la importancia de la creatividad a la hora de concebir un nuevo producto software (Marcos E. , 2008).

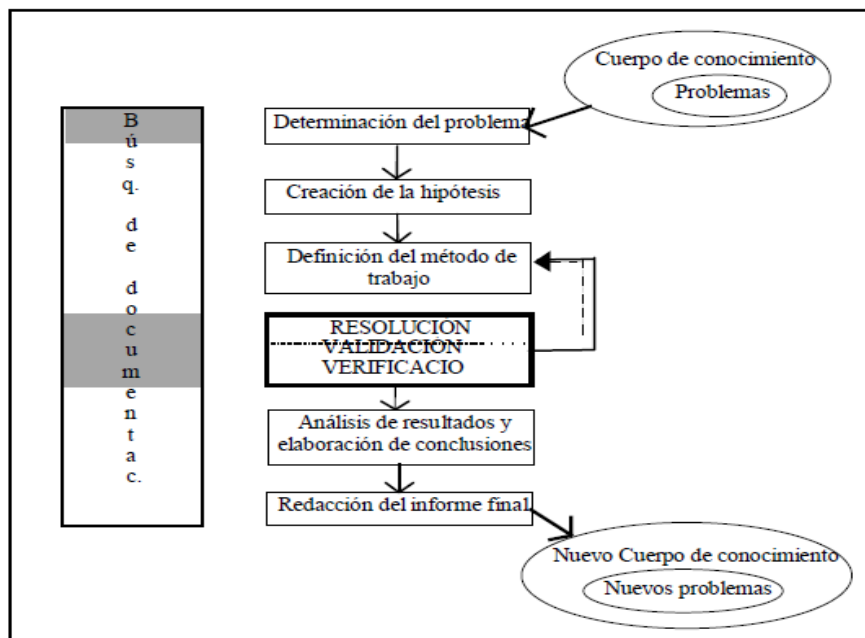


Figura: Método de investigación

Fuente: (Marcos E. , 2008)

El método de investigación, se basa en los pasos que, según (Bunge, 1976), se deben seguir en toda investigación científica (ver figura 1). Aunque estos pasos están basados en el **método hipotético-deductivo**, por su generalidad, son aplicables, con ciertas modificaciones, a cualquier tipo de investigación. La etapa de resolución será la que sufrirá mayores diferencias, ya que aquí se deberán utilizar unas u otras técnicas (experimentos, entrevistas, etc.) según que se trate de un método cualitativo, cuantitativo o creativo. En (Marcos E. &, 1998) puede encontrarse una descripción detallada del método; nos centramos aquí en las principales similitudes con respecto a los métodos de desarrollo de software.

6.3. DETALLE DEL METODO (Marcos, 2008)

Búsqueda de 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.

6.4. ¿EXISTE EL METODO CIENTIFICO EN LA INGENIERIA?

El método científico comienza a configurarse como tal en el momento en que surge un evento en el mundo que puede ser explicado por medio de una conjetura que no es otra cosa que la respuesta a una ‘pregunta de investigación científica’. Esta conjetura debe ser contrastada por medio de técnicas de contrastación que, a su vez, han sido contrastadas por medio de técnicas de contrastación. Si el resultado de la contrastación señala que la hipótesis es verdadera, se obtiene una ley científica, nos permite obtener un constructo teórico. Un conjunto de constructos teóricos conforma un corpus disciplinar que, en algunos casos, es llamado ciencia.

El método heurístico se configura a partir de una anomalía detectada en la práctica cotidiana. Esta anomalía no exige preguntas de investigación, sino que demanda soluciones. Las soluciones se pueden o no expresar en lenguaje matemático, sin embargo, no son hipótesis que se sometan a contrastación a través de técnicas de contrastación. Por el contrario, la solución a un problema de ingeniería, o anomalía detectada en el campo de la ingeniería, es el resultado de la aplicación de una norma práctica que, a su vez, ha sido desarrollada en el ámbito de la ingeniería.

7. MATERIALES Y METODOS

7.1. **Variable independiente:** Métodos de investigación

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

7.3. **Toma de datos** : Entrevistas

7.3.1. 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.

7.3.2. Estudiantes pregrado

Tienen la misma respuesta que los docentes.

7.3.3. Estudiantes posgrado

Lo mismo que los docentes

7.4. Toma de datos: Tesis de las universidades, bibliotecas y web

7.4.1. Métodos de investigación aplicados según los informes de investigación

Tabla N° 02: Impacto métodos de investigación en el pregrado y posgrado

Item	Métodos de investigación	Nivel de informes de investigación		Total	%
		Pregrado	Posgrado		
1	Cuantitativo	25	45	70	19.44
2	Cualitativo	37	27	64	17.78
3	Descriptivo	34	21	55	15.28
4	Correlacional	12	23	35	9.72
5	Descriptivo correlacional	17	8	25	6.94
6	Explicativa	4	5	9	2.50
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	2.50
11	A medida	14	3	17	4.72
		183	177	360	

Fuente: Bibliotecas, bases de datos de universidades y web

En la tabla 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.

7.4.2. 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.

7.4.3. Método de la investigación tecnológica

Según autores como Bunge y García Córdova 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, Jiménez Calderón y García Córdova 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.

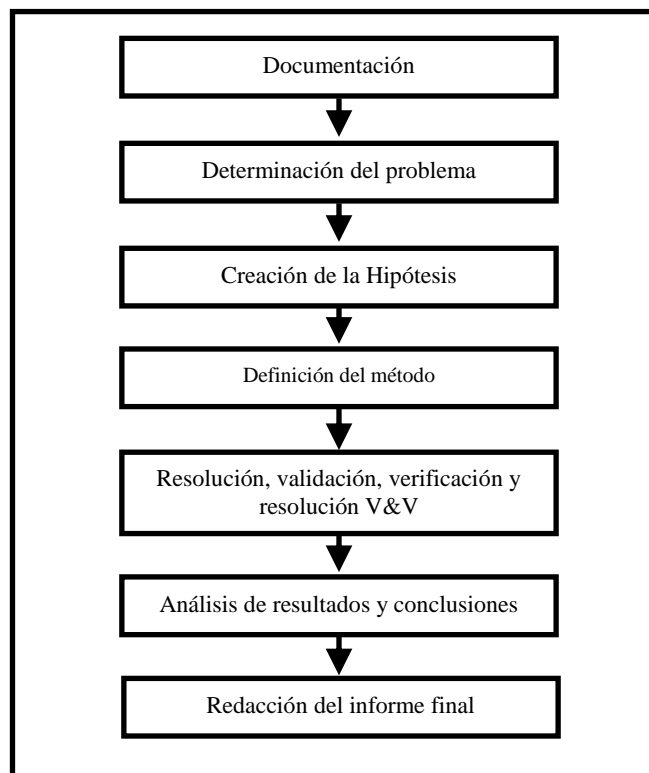


Figura 2: Método de estructuración de los trabajos de investigación

8. 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 técnicas, 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.

9. DISCUSION

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.

10. CONCLUSIONES

10.1. 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

10.2. 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 difusión
- El método concreto metodológico, que podría ser experimental u otro para su consistencia específica.
- La metodología de índole ingenieril y a su vez los métodos y técnicas de interés en la solución al problema.

10.3. 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

10.4. 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.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

11.1. BIBLIOGRAFIAS

- Bello, F. (2008). Reflexión: La investigación tecnológica: o cuando la solución es el problema. *FACES*, 14.
- Bunge, M. (1976). *Investigación Científica*. Barcelona: Ariel S.A.
- Chalmers, A. (1992). *La ciencia y como se elabora*. Madrid: Editores S.A.
- Fetzer, J. H. (1993). *Philosophy of Science*. EE.UU.: Paragon House.
- Gallego, A. (1987). Monografías Profesionales:107. En A. Gallego, *Ser Doctor. Cómo redactar una Tesis Doctoral*. Madrid.
- Manzelli, P. (1998). *Science and Creativity: cultural and scientific change and innovation in educational and social science. International Congress on "Creativity and society"*. Recuperado el 2005, de <http://www.see.it/icn/cuba1.html>
- Marcos, E. &. (1998). *An Aristotelian Approach to the Methodological Research: a Method for Data Models Construction. En:Information Systems-The Next Generation*. L. Brooks and C. Kimble. Mc Graw-Hill.
- Marcos, E. (2008). *Investigación en Ingeniería del Software vs.desarrollo de software*. España: KIBELE.
- Myers, M. D. (2002). *Qualitative Research in Information Systems. MIS Quarterly*. Obtenido de <http://www.auckland.ae.nz/msis/isworld/>

- Popper, K. (1985). *Realismo y el objetivo de la ciencia*. Madrid: Tecnos.
- Standler, R. B. (2002). *Creativity in Science and Engineering*. Obtenido de <http://www.rbs0.com/create.htm>
- SWEBOK. (2008). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. *IEEE Computer Society y ACM Software Engineering Coordinating*. Obtenido de <http://www.swebok.org/>