

Guía práctico-metodológica para la investigación estudiantil de pregrado en carreras de ingeniería

Practical and Methodological Guide to Help Engineering Students Carry out their Research

Neyfe Sablón Cossío^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6691-0037>

Abdel Bermúdez del Sol² <https://orcid.org/0000-0002-0777-7635>

Juan Manuel Pérez Alonso² <https://orcid.org/0000-0001-9071-5939>

Manuel Lázaro Pérez Quintana⁴ <https://orcid.org/0000-0002-9473-6507>

Yeni Cuétara Hernández⁵ <https://orcid.org/0000-0002-7001-0904>

Sonia Guerra Iglesias⁶ <https://orcid.org/0000-0003-0853-1036>

¹Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

²Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), Ambato, Ecuador.

³Centro Médico de Especialidades, Puyo, Pastaza, Ecuador.

⁴Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

⁵Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

⁶Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.

*Autor para la correspondencia. nsabloncossio@gmail.com

RESUMEN

La elaboración de herramientas metodológicas para la investigación científica en el pregrado universitario es fundamental para el diseño, presentación y escritura de artículos, informes y monografías. El objetivo de este artículo es brindar una guía práctico-metodológica para el desarrollo de la investigación estudiantil en carreras de ingeniería de la educación superior en Ecuador. Se realizó una investigación aplicada con enfoque mixto, desarrollada en cuatro carreras de tres universidades, con dos fases: la determinación de la estructura de la guía y su elaboración, y la aplicación y evaluación de resultados. La guía presenta diez etapas con una retroalimentación continua, que facilita el acompañamiento de la producción científica desde los primeros semestres del pregrado. Se recopiló información durante cinco semestres en dos carreras, con una muestra de 641 alumnos y un total de 94 textos científicos escritos.

Palabras clave: diseño metodológico, investigación científica, universidad.

ABSTRACT

To create methodologies for undergraduate students to carry out scientific research is essential for these to design, write, and present articles, reports, and monographs. This paper is aimed at presenting a practical and methodological guide to help Ecuadorian engineering students carry out their research. A mixed research was done in two stages: first, the guide was structured and elaborated; and second, it was used by students majoring in four engineering branches at three universities, and the results obtained were assessed. The guide itself has ten stages, including continuous feedback which facilitates the monitoring of students' scientific output even since they are freshmen. A sample of 641 students majoring in two engineering branches was surveyed over five semesters. They wrote 94 scientific articles.

Keywords: *methodological design, scientific research, university.*

Recibido: 20/4/2019

Aceptado: 4/9/2019

INTRODUCCIÓN

Las relaciones de las universidades con el entorno socioeconómico y su papel en el proceso de innovación constituyen un tema de vital importancia (Fernández de Lucio, Castro, Conesa y Gutiérrez, 2000). Las situaciones cambiantes que se presentan en las relaciones universidad-sociedad-empresa forman parte de una agrupación funcional de elementos que intervienen en los procesos innovativos en una serie de entornos, tales como: científico, tecnológico, financiero, productivo y de los clientes (León, 2017).

El incremento poblacional ha condicionado que las universidades tengan que preparar tanto la forma estructural (sus procesos de docencia e investigación) como sus funciones, para recibir la masividad en las matrículas. La tasa bruta de matrícula en la educación superior a nivel mundial ha experimentado un aumento considerable, pasando de 13 millones de estudiantes en 1960 a 198 millones en 2013 (Ferreyra *et. al* (2017). Este incremento se hizo también evidente en América Latina y el Caribe, donde la matrícula pasó del 21 % de estudiantes a inicios del año 2000 al 44 % a finales del año 2013 (López Ceguera, 2016). El alza equivale a más de 20 millones de estudiantes que actualmente asisten a una de las 10 000 instituciones de educación superior que operan en la región (El Telégrafo, 2017).

En Ecuador, producto de esa «masificación» de la educación, la matrícula creció 13 puntos porcentuales desde 2006. En la actualidad hay más de 303 000 nuevos estudiantes. Entre 2006 y 2014, la tasa bruta de matriculados pasó de 28 % al 39 % en ese periodo (El Telégrafo, 2017). Uno de los principales retos que

enfrenta la educación superior hoy en América Latina y el Caribe es la débil inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) y la escasa producción científica en las universidades (López Ceguera, 2016), a lo cual Ecuador no escapa.

La inserción de los estudiantes universitarios a la actividad científica, en estrecha vinculación con empresa y sociedad, es una necesidad para el desarrollo contemporáneo (Palomares Montero y Chisvert Tarazona, 2016). La investigación científica estudiantil es un objetivo primordial del proceso docente-educativo como tendencia actual en relación con el desarrollo universitario, la sociedad y el sistema empresarial (Rodríguez, Sihuay Torres y Perez Jiménez, 2018). Otro de los elementos significativos en la investigación desde el aula es la identificación de la literatura y las bases de datos (Klucevsek y Brungard, 2016; Murillo y Perines, 2017), lo cual implica la necesidad de disposiciones orientativas que apoyen a los estudiantes en el proceso de redacción científica.

Para algunos autores sería necesario reconceptualizar el papel de la educación superior y renegociar la relación entre maestros y estudiantes (Brew, 2012). De esta forma se podría contribuir a la integración horizontal y vertical entre materias y la investigación estudiantil pudiera constituir un hilo conductor de este proceso con vistas a que se fortalezca la redacción científica como resultado académico.

Otro aspecto a considerar es la necesidad de la cooperación científica en las investigaciones académicas para determinar las barreras de trabajo grupal y de cooperación científica (Osareh, Ahmadi y Riahi, 2014). Las concepciones de este tipo implican la necesidad de la enseñanza y de la práctica reflexiva (McLean y Bullard, 2000) y se incluyen como una forma de culminación de estudio (Timmerman, Strickland, Johnson y Payne, 2011).

La cuestión de cómo y cuándo introducir a los estudiantes de pregrado en los temas de investigación es una problemática actual en los modelos de enseñanza-aprendizaje (Willmott, Clark y Harrison, 2003; Falk y Yarden, 2011), así como en el desarrollo de la escritura científica en la enseñanza de pregrado (Dirrigl y Noe, 2014). El objetivo de este artículo es aplicar una guía práctico-metodológica para la investigación estudiantil de pregrado en carreras de ingeniería en la educación superior en Ecuador, y analizar los resultados de su aplicación.

DESARROLLO

1. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación aplicada con enfoque cualitativo y cuantitativo, desarrollada en el campo de la investigación científica estudiantil, en dos carreras de ingenierías. La investigación se desarrolló en dos fases:

- 1) Fase 1. Determinación de la estructura de la guía práctico-metodológica y su elaboración.

Previo al análisis de información, se aplicó la técnica de análisis documental (revisión bibliográfica y revisión hemerográfica), que se basó en el examen de libros y revistas (Fuentes *et al.*, 2017) sobre el tema de la metodología de la investigación, lo que permitió identificar los núcleos temáticos de interés. Se utilizó la técnica de desarrollo incremental o iterativo, usando iteraciones cortas de dos a cuatro semanas, según lo recomiendan algunos autores (Letelier y Penadés, 2006), con el objetivo de definir los componentes de la guía. Para apoyar el resultado de esta fase, se aplicaron, además, técnicas de trabajo grupal, como las de descripción de resultados (causa-efecto, campo de fuerza) y la tormenta de ideas.

- 2) Fase 2. Aplicación de la guía práctico-metodológica y análisis de los resultados.

En esta fase de la investigación se utilizó el método de colaboración en la enseñanza, unido al de aprender haciendo, que demuestran que el alumno puede desarrollar, desde pregrado, competencias investigativas y de redacción científica. Se aplica en los estudiantes de carreras de ingeniería, en las materias: Estadística, Redacción técnica, Metodología de la investigación, Diseño experimental, Emprendimiento, Mercado y comercialización, Calidad total, Producción, Logística, Lectura y escritura, Planeamiento de la producción II, Trabajo de grado y Trabajo de tesis, Gestión de la producción I y II y Estudio de métodos y actividades de laboratorio (Tabla 1). Algunas se imparten en más de una ocasión.

Tabla 1. Muestra de materia, universidad, carrera y año

Materia	Universidad	Carrera	Año
Redacción técnica	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	Ingeniería Agroindustrial	2015
Emprendimiento	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	Ingeniería Agroindustrial	2016
Gestión de calidad total	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	Ingeniería Agroindustrial	2016-2017
Mercado y comercialización	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	Ingeniería Agroindustrial	2016
Metodología de la investigación	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	Ingeniería Ambiental	2017
Trabajo de tesis	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	Ingeniería Agroindustrial	2016
Logística	Universidad Técnica del Norte (UTN)	Ingeniería Industrial	2017-2018
Planeación de la producción II	Universidad Técnica del Norte (UTN)	Ingeniería Industrial	2018-2019
Lectura y escritura científica	Universidad Técnica del Norte (UTN)	Ingeniería Industrial	2018-2019
Gerencia estratégica	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Administración	2015
Producción	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Contabilidad y Auditoría	2016-2017
Trabajo de grado	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Contabilidad y Auditoría	2016-2017
Comercio exterior	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Contabilidad y Auditoría	2017
Investigación de mercado	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Contabilidad y Auditoría	2015-2017
Procesos administrativos	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Contabilidad y Auditoría	2016-2017
<i>Marketing</i>	Universidad Autónoma Regional de los Andes (UNIANDES)	Ingeniería en Contabilidad y Auditoría	2016-2017
Estudio de métodos	Universidad Técnica de Manabí (UTM)	Ingeniería Industrial	2018-2019
Gestión de la producción I	Universidad Técnica de Manabí (UTM)	Ingeniería Industrial	2018-2019
Gestión de la producción II	Universidad Técnica de Manabí (UTM)	Ingeniería Industrial	2018-2019

Se aplica en cinco universidades ecuatorianas y en seis carreras de ingeniería. Los documentos elaborados por los estudiantes les sirvieron como evaluación de la materia. Fueron recopilados y agrupados los resultados generados por la aplicación de la guía en cuanto a: publicación de artículos científicos, proyectos, participación en eventos e informes técnicos.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Fase 1. Determinación de la estructura de la guía metodológica y su elaboración

La guía metodológica que se propone para la redacción de textos científicos, a partir de la investigación estudiantil de pregrado en carreras de ingenierías, encierra un proceso de investigación científica que consta de diez etapas (Figura 1).

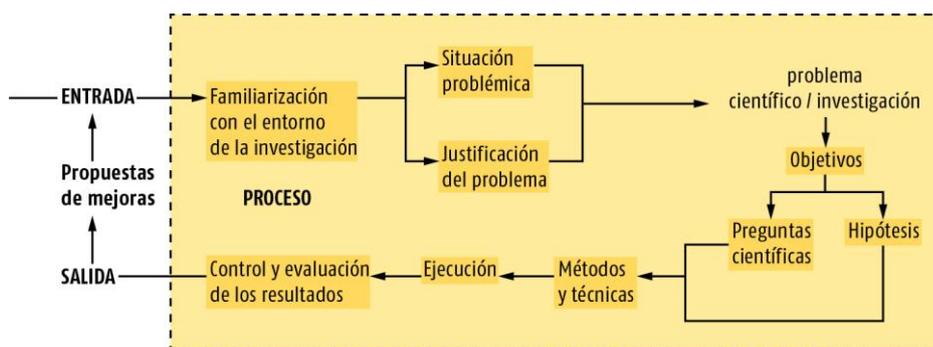


Figura 1. Etapas de la guía práctico-metodológica para la redacción de textos científicos.

La entrada surge en la determinación de la necesidad de investigación por parte del estudiante desde la perspectiva de cómo influir en la mejora de su entorno de desarrollo. Este elemento parte del conocimiento adquirido desde las asignaturas que integran una disciplina y su interrelación con el medio social. En determinados casos los alumnos reciben de manera tutelar alguna capacitación cuando el problema a resolver requiere un abordaje fuera del contenido recibido.

2.1.1. Familiarización con el entorno de la investigación

Esta etapa de la guía sugiere al estudiante la elaboración de un banco de problema mediante una tormenta de ideas, que se consolida de manera grupal en un diagrama causa-efecto, diagrama de Gantt o campo de fuerza. Después de identificar el problema a solucionar, se diseña una herramienta diagnóstica para evaluar el nivel de complejidad de la situación. Este instrumento puede ser una encuesta, lista de chequeo o entrevista. Esto se enmarca en la identificación de la posibilidad de realizar la investigación desde la realidad del entorno. Se estudian las bases legales que pueden influir en el avance de la investigación, desde sus potencialidades y limitantes.

2.1.2. Situación problemática

Como resultado se establecen y se jerarquizan los problemas prácticos y se continúa con la justificación problemática. Se utilizan las entrevistas abiertas y cerradas para identificar los problemas (Fuentes *et al.*, 2017). En este caso se pueden utilizar:

- a) Indicadores macro y microeconómicos que diagnostiquen la situación del sector o ciencia que se estudia.
- b) Las leyes, normativas y regulaciones que influyen en el objeto de estudio.
- c) Los problemas encontrados en el paso anterior para determinar el más significativo, en cuyo caso se pueden emplear las herramientas Delphi, Kendal, triángulo de Fuller y la Matriz de Saaty.

En los casos a y b, se pueden elaborar tablas descriptivas para este análisis (Tabla 2 y Tabla 3)(1).

Tabla 2. Ejemplo de indicadores macro y micro

Autor/año	Nombre del indicador	Valor del indicador

Tabla 3. Ejemplo de leyes, normativas y regulaciones

Leyes, normativas y regulaciones	Año	Organismo, institución, ministerios	Aspecto que influye en la investigación

Los pasos uno (familiarización con el entorno de la investigación) y dos (situación problemática) se fusionan en la práctica.

2.1.3. Justificación del problema

Se explican las razones o los motivos por los cuales se pretende realizar la investigación. Debe ser breve y concisa (Bernal, 2016). Se debe sustentar con argumentos convincentes la realización de un estudio, así como señalar por qué y para qué se va a llevar a cabo dicha investigación (Ruiz, 2007).

Estos motivos se enfocan en los estudios realizados acerca del tema: tesis realizadas (Tabla 4), trabajos en el tema, artículo periodístico, nota de prensa, informes técnicos y de instituciones (Tabla 5) y definiciones de diferentes autores en varios años (Tabla 6).

Tabla 4. Tesis realizadas sobre el tema

No.	Año	Autor	Título	Tipo de tesis	Lugar	Universidad /asociación	Aportes	Campo de acción
1								

Tabla 5. Trabajos realizados sobre el tema

No.	Año	Autor	Título	Lugar	Publicado en	Aportes	Campo de acción
1							

Tabla 6. Definiciones de diferentes autores en varios años

No.	Año	Autor	Conceptos
1			

Se fundamenta la importancia de la investigación desde el punto de vista práctico, metodológico, económico, político y social y se representan los intereses del investigador y del objeto de estudio (Roca Llobet, Reguant Álvarez y Canet Vélez, 2015). El objeto de estudio es el proceso donde se enmarca la investigación y el campo de acción es el lugar/variable donde se realiza la investigación.

2.1.4. Problemas científicos

El problema de investigación es la traducción de un problema práctico a un problema científico (Aguilar Cuesta y Martínez Romera, 2017) (Figura 2).

Fuente: elaborado a partir de Hernández Sampieri, Fernández Callado y Baptista Lucio, 2015).

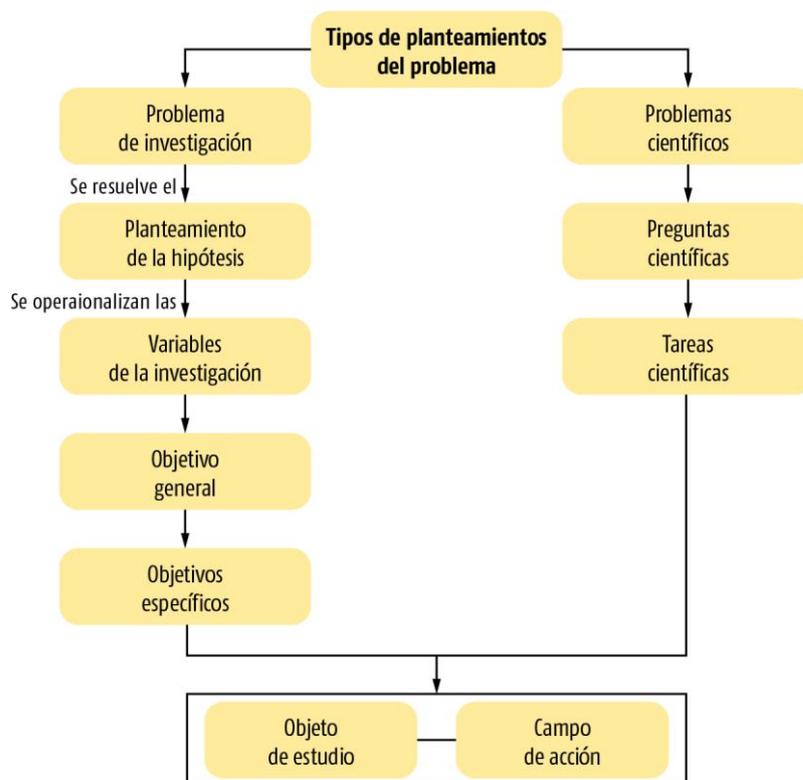


Figura 2. Ruta crítica del planteamiento del problema.

La función fundamental del problema científico es contribuir a organizar el proceso de investigación, al señalar la dirección que debe seguir y el contenido concreto del proyecto de investigación (García Dihigo 2006, Guardo García y Claudio Pérez, 2014). Las exigencias básicas para la elaboración del problema científico resultan:

1. **Objetividad:** el problema debe traer como resultado la aparición de un conocimiento nuevo o la confirmación o no de uno existente.
2. **Especificidad:** determinar cuál es el aspecto central que va a constituir el objeto de estudio.
3. **Redacción práctica:** los términos incluidos en la formulación del problema deben presentar un nivel de elaboración tal que permita la búsqueda de los datos necesarios para resolver dicho problema (Hernández Sampieri, Fernández Callado y Baptista Lucio, 2015).

Con el objetivo de establecer directrices que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, se coincide en que existen dos formas de redactar un problema científico, en forma de pregunta y de expresión de insuficiencia:

- Se puede presentar o formular en forma de pregunta, esta debe ser clara y sin lugar a ambigüedades.

Ejemplo:

- ¿Qué efecto?
 - ¿En qué condiciones...?
 - ¿Cuál es la probabilidad de...?
 - ¿Cómo se relaciona... con...?
- Se presenta como la expresión de una insuficiencia (insuficiencia + acción + contexto). Ejemplo:
 - Las insuficiencias actuales de los...
 - La ausencia de alternativas respecto a...
 - Falta de consenso entre los especialistas para...
 - Deficiencias significativas entre...
 - No es suficiente la...

2.1.5. Objetivos

Los objetivos se deben expresar con claridad para evitar posibles desviaciones en el proceso de investigación. Deben ser medibles y alcanzables, servir de guía para la investigación (Hernández Sampieri, Fernández Callado y Baptista Lucio, 2015) y ser congruentes entre sí (Aguilar Cuesta y Martínez Romera, 2017). Según Ruiz (2007), los objetivos deben ser claros para:

- Extender y desarrollar los conocimientos de un tema.
- Profundizar y preguntar acerca de tesis o argumentos científicos.
- Conocer los alcances y las limitaciones de la investigación.
- Dirigir los esfuerzos hacia una misma dirección.

Esta etapa orienta al estudiante de manera precisa en el cómo elaborar un objetivo. En la formulación de los objetivos se utilizan verbos en infinitivo, es decir, verbos no conjugados (Tabla 7), el objetivo debe expresar el qué, el cómo, el para qué y dónde se va investigar (Verbo en infinitivo + qué + cómo + para qué + dónde).

Tabla 7. Ejemplos de verbos que se pueden utilizar en la redacción de un objetivo

Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Análisis	Síntesis	Evaluación
Definir	Traducir	Interpretar	Distinguir	Componer	Juzgar
Repetir	Reafirmar	Aplicar	Analizar	Planear	Evaluar
Apuntar	Discutir	Usar	Diferenciar	Proponer	Tasar
Inscribir	Describir	Emplear	Calcular	Diseñar	Seleccionar
Marcar	Explicar	Demostrar	Experimentar	Formular	Escoger
Recordar	Expresar	Dramatizar	Probar	Arreglar	Valorar
Nombrar	Identificar	Practicar	Comparar	Ensamblar	Estimar
Relatar	Localizar	Ilustrar	Criticar	Reunir	Medir
Subrayar	Transcribir	Operar	Investigar	Construir	
Enlistar		Inventariar		Crear	
Enunciar		Esbozar		Organizar	
		Trazar		Dirigir	
				Aprestar	

Fuente: Ruiz (2007, p. 48).

El objetivo general es el más abarcador de la investigación. Refleja el resultado de la acción que ejerce el investigador sobre el objeto en su unidad (Rodríguez, Sihuay Torres y Perez Jiménez, 2018). Sin embargo, este objetivo como tal no podrá ser alcanzado de no establecerse una serie de objetivos específicos que no son una división del objetivo general, sino sus partes esenciales, que se deben alcanzar progresivamente para lograrlo. Cada objetivo específico debe tributar a una parte de la investigación, de forma tal que en su totalidad contribuyan de manera coherente al cumplimiento del objetivo general.

2.1.6. Preguntas científicas

En las preguntas científicas se utilizan los pronombres interrogativos (qué, cómo, cuánto, cuál, cuando) + Acción + Lugar + Alcance. Por ejemplo:

- ¿Qué indicadores se utilizan en la industria X para determinar el nivel de producción?
- ¿Cómo influirá la mezcla de níquel, cobalto y corbe en la elaboración de una lámina en la industria metalúrgica?

2.1.7. Hipótesis

Las hipótesis constituyen una herramienta que ayudan a ordenar, estructurar y sistematizar el reconocimiento mediante una o varias proposiciones (De Jesús Romo, 2016), lo que implica una serie de conceptos y juicios

tomados de la realidad estudiada, que llevan la esencia del conocimiento (Ruiz, 2007). Las hipótesis son proposiciones tentativas acerca de las relaciones entre dos o más variables y se apoyan en conocimientos organizados y sistematizados (Hernández Sampieri, Fernández Callado y Baptista Lucio, 2015). Existen tres tipos de hipótesis en relación al grado de complejidad y de ello depende el análisis estadístico que se debe realizar, a saber: causales, correlacionales y descriptivas.

La solución del problema y la verificación o no de la hipótesis van a ser la tarea a resolver en el proceso investigativo (Guardo García y Claudio Pérez, 2014). Es posible que la hipótesis de partida sea negada por la investigación, lo cual también contribuye al resultado científico, al dejar esclarecido un problema científico del cual existieron dudas de su comportamiento (García Dihigo, 2006).

La estructura o composición de una hipótesis es la siguiente:

1. Las unidades de observación: son las personas, grupos, indicadores, objetos, fenómenos, actividades, países, instituciones y acontecimientos, sobre los que versa la investigación.
2. Las variables: son los aspectos o características cuantitativas o cualitativas que son objeto de la búsqueda respecto a las unidades de observación.
3. Los términos lógicos: son los que relacionan las unidades de observación con las variables o estas últimas entre sí (García Dihigo 2006).

Las variables se componen por las hipótesis y a la vez ellas demuestran su aceptación o rechazo en la investigación, las cuales son conceptualizadas y operacionalizadas por el estudiante a través de indicadores (Tabla 8).

Tabla 8. Operacionalización de las variables

Dimensiones	Variables	Indicadores	Estadística

Las variables se definen como una propiedad que puede variar (adquirir diferentes valores) y cuya variación es susceptible de medirse. Se clasifican en:

1. Variable independiente.
2. Variable dependiente.
3. Variables ajenas o de control.

2.1.8. Diseño metodológico de la investigación

El diseño metodológico de la investigación es el plan o estrategia concebida para responder a las preguntas científicas. Si el diseño está bien concebido, el producto final de la investigación tendrá mayores posibilidades de ser válido (Hernández Sampieri, Fernández Callado y Baptista Lucio, 2015). En esta etapa se traza el rumbo y la meta de la investigación (Ruiz, 2007).

El primer paso del diseño metodológico se encamina a definir las características generales de la investigación, tales como: el tipo de investigación, el enfoque metodológico, el contexto espacial y temporal. La investigación se clasifica en:

- Exploratoria: en este tipo de investigación se sugiere la elaboración del hilo conductor de la investigación y la utilización de un programa informático que propicie una biblioteca del investigador. A través de este tipo de investigación, el alumno participa en la elaboración de tecnologías para la producción de derivados de plantas y especies amazónicas.
- Descriptiva: es la medición de uno o más atributos cualitativos y cuantitativos a través de herramientas. Se demuestra en los estudios organolépticos de los productos amazónicos tales como: pH, humedad, proteínas, enzimas y aceites omegas.
- Correlacional: es la relación existente o no entre las variables de la investigación. Se ejemplifica con la relación entre el alimento del ganado y la calidad de la carne.
- Explicativa: investigaciones más estructuradas que las explicadas anteriormente donde se controlan las variables y el proceso de la ciencia (desde el marco teórico hasta las conclusiones finales del trabajo).

El método de investigación se creó para satisfacer las falencias del método empírico. A diferencia de este, tiene relación con otras materias como: matemática, estadística y facilita al investigador una guía de trabajo para esta etapa de la investigación. Es el conjunto de postulados, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación. Se refiere al conjunto de procedimientos que, valiéndose de los instrumentos o las técnicas necesarias, examina y soluciona un problema o conjunto de problemas de investigación. El método que se va a utilizar en una investigación por realizar depende del objeto de estudio, el problema científico planteado y las hipótesis a probar (si las hay).

2.1.9. Ejecución

En caso de que los resultados de investigación requieran de un seguimiento para ser evaluados en el tiempo con vistas a determinar su impacto, entonces se deberá definir una subetapa de control y evaluación de los

resultados sobre la base de los indicadores de seguimiento y los estándares que se diseñan para la investigación. Se adiciona el estudio de la estabilidad de los productos y servicios en estudio. Se valida la aplicación a través de criterios de expertos, generalización, estudio de caso (Saldaña Contreras *et al.*, 2017), estadística y métodos de simulación.

La metodología descrita tiene como salida las tesis de grado, los artículos, los trabajos en eventos científicos estudiantiles y de investigación, los proyectos y los informes técnicos. Por otro lado, se identifican y enfocan los nuevos problemas para próximas investigaciones.

2.1.10. Propuestas de mejoras

Se elabora el plan de acción en base a las debilidades encontradas en la etapa de control y evaluación de las soluciones. Esta etapa concluye en la oportunidad de una continuidad de la investigación en una etapa superior. Se propone la utilización de la técnica del Campo de Fuerza para la prospectiva en función de las debilidades. Al terminar el ciclo de investigación se inicia nuevamente con el diagnóstico de los problemas.

2.2. Fase 2. Aplicación de la guía práctico-metodológica y análisis de los resultados

La investigación involucró a 641 estudiantes de cinco carreras de ingeniería y 19 materias. En total se recopilieron 83 textos científicos (Figura 3). Por otro lado, se analizó la cantidad de proyectos relacionados con las materias y textos científicos (Figura 4).

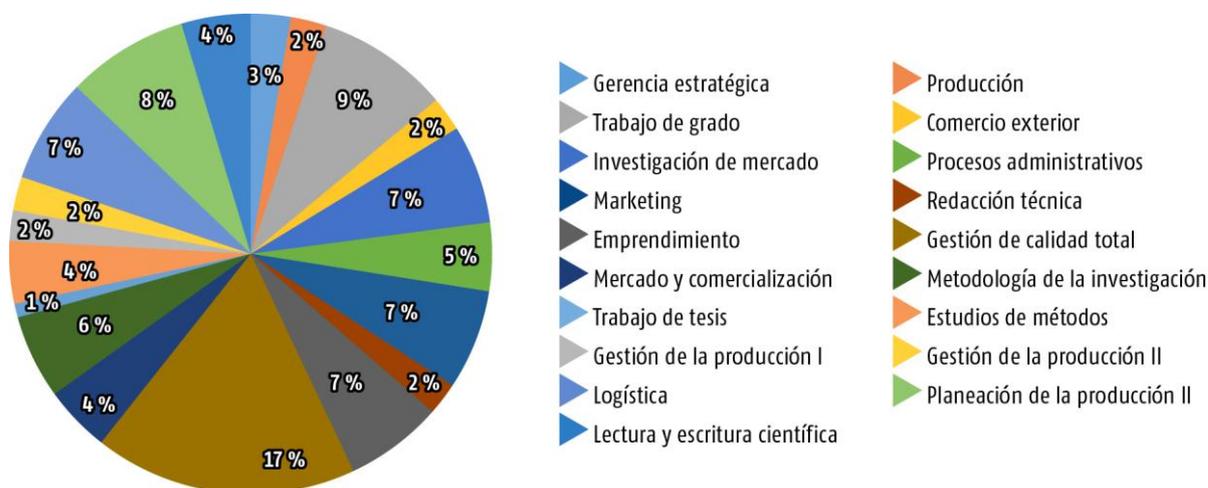


Figura 3. Porcentajes de las materias por resultados científicos.

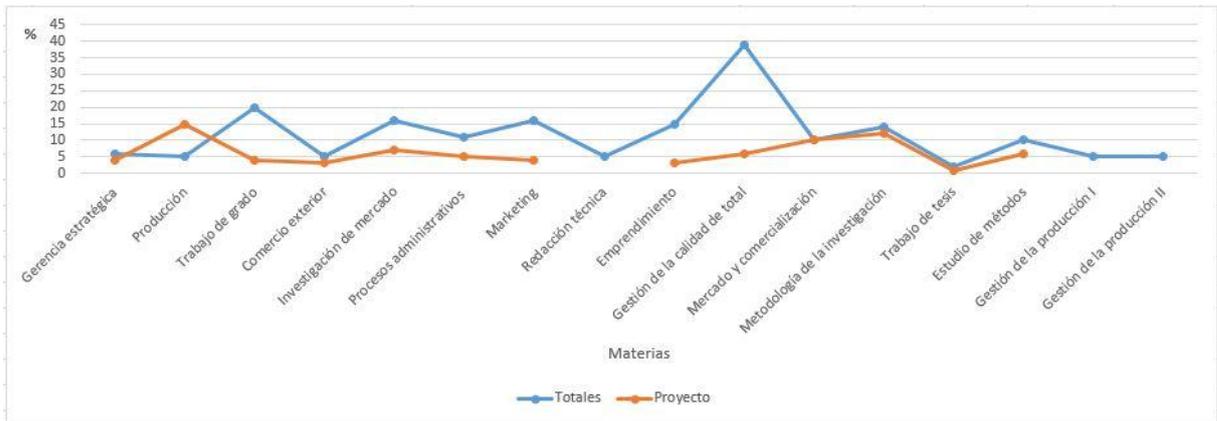


Figura 4. Relación de todos los documentos artículos y proyectos.

La calidad y cantidad de textos científicos elaborados por los alumnos de ingeniería en las asignaturas de Metodología de la investigación, Gestión de la calidad total, Emprendimiento, Mercadeo y comercialización, Redacción técnica, Logística, Planeación de la producción II, Lectura y escritura científica, Gestión de la producción I y II y Estudio de métodos, mediante la aplicación del proceso de investigación científica de las diez etapas propuestas, se aplicó desde marzo del 2015 a febrero del 2019 (Tabla 9).

Tabla 1. Relación entre carreras, materias y proyectos de investigación

Tipo de proyectos	Materias	Proyectos estudiantiles	Universidad	Publicado
Proyecto de vinculación: cadena de suministro	Emprendimiento	Elaboración de paté amazónico	UEA	X
		Desmaquillante bifásico enriquecido con aceite de <i>oenocarpus bataua</i>	UEA	
		Emprendimiento y presentación de un prototipo terminado QuilaMix	UEA	
	Producción	Cálculo de la capacidad de producción de 15 industrias de la Amazonía Ecuatoriana	UNIANDES	
	Mercadeo y comercialización	Elaboración de Cóctel de Cocona (<i>Solanum sessiliflorum</i>)	UEA	
		Elaboración de salchichas palmarum	UEA	X
		Manjar de sachamango (<i>Grias neuberthii</i>)	UEA	
		Aceite Cosmético de Morete (<i>mauritia flexuosa</i>)	UEA	
		Elaboración del vino amazónico uva de monte (<i>Pourouma cecropiifolia</i>)	UEA	
	Gestión de calidad total	Elaboración de pomada de sangre de drago con estándares de calidad	UEA	
		Elaboración de mermelada de pitahaya (<i>hylocereus undatus</i>) y el zumo con estándares de calidad	UEA	
		Elaboración de jabones a partir unguragua, hiebaluiza y chontacuro	UEA	
	Trabajo de tesis	«Milk agro-alimentary chain sustainable development strategy in the conditions of the Ecuadorian Amazon region»	UEA	X
		Capacidad productiva de una industria láctea del Puyo, Ecuador	UEA	X
Proyecto de investigación: modelo de planificación colaborativo-estratégica en cadenas de suministro	Logística	Diagnóstico de una cadena de suministro textil del Ecuador	UTN	X
	Planeación de la producción II		UTN	X
	Lectura y escritura científica	Estudio bibliométrico respecto a cadenas de suministro, nivel de servicio al cliente, capacidad, flexibilidad, economía circular	UTN	
		Casos de estudios sobre empresas para las clases de producción y servicios (elaboración)	UTN	

La guía práctico-metodológica para la investigación estudiantil de pregrado en ingeniería resulta de gran importancia y utilidad para el desarrollo la producción científica universitaria, por cuanto facilita la ejecución, por parte de los estudiantes, de proyectos e investigaciones, la elaboración de informes de investigación, artículos científicos, reportes empresariales y la preparación de trabajos para la participación en eventos científicos. Por otra parte, es evidente que facilita el desarrollo de habilidades investigativas y de redacción técnica con las que los estudiantes deben contar para enfrentar los requerimientos académicos de sus planes de estudio, todo esto sobre la base de una adecuada relación intermaterias en su formación universitaria.

CONCLUSIONES

Como conclusión de este artículo se presentan los contenidos de guía práctico-metodológica para la investigación estudiantil de pregrado en ingeniería, donde se incluyen la aplicación de los métodos, técnicas y procedimientos que garantizan la validez interna de la investigación. Se obtiene una herramienta para la investigación desde la perspectiva del pregrado para el acercamiento a la redacción de textos científicos. Durante todo el proceso se logró una inclusión de 641 estudiantes de ingeniería que, mediante el uso de esta guía, cuentan con excelentes resultados encaminados a la discusión de su proceso de culminación de estudios. Se realiza un acercamiento entre los conocimientos teóricos y prácticos de las materias, el entorno y la investigación científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR CUESTA, M. Á. I. y D. D. MARTÍNEZ ROMERA (2017): «Utilidad de la metodología científica en la investigación educativa del profesorado en formación: reflexión a partir de un estudio de caso en Ciencias Sociales sobre atención a la diversidad», *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, n.º 24, Xalapa, pp. 54-74.
- BERNAL, C. (2016): *Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*, 3^{ra} edición, Editorial Pearson, México.
- BREW, A. (2012): «Teaching and Research: New Relationships and Their Implications for Inquiry-based Teaching and Learning in Higher Education», doi:10.1080/07294360.2012.642844 (2019-02-02).
- DE JESÚS ROMO, V. (2016): «¿Ciencia económica o el arte de hacer economía? Metodología científica y replicaciones en economía», *Investigación Económica*, vol. 75, n.º 296, México. pp. 73-110.
- DIRRIGL, F. J. y M. NOE (2014): «The Student Writing Toolkit: Enhancing Undergraduate Teaching of Scientific Writing in the Biological Sciences», <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.863795> (2019-02-02).
- EL TELÉGRAFO (2017): «El acceso a la educación superior aumentó en toda América Latina», <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/el-acceso-a-la-educacion-superior-aumento-en-toda-america-latina> (2019-02-02).
- FALK, H. y A. YARDEN (2011): «Stepping into the unknown: three models for the teaching and learning of the opening sections of scientific articles», doi:10.1080/00219266.2010.546012 (2019-02-02).
- FERREYRA, M. M.; C. AVITABILE; J. BOTERO ÁLVAREZ; F. HAIMOVICH PAZ y S. URZÚA (2017): «Momento decisivo: La educación superior en América Latina y el Caribe» <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/83253> (2019-01-03).

- FERNÁNDEZ DE LUCIO, I.; E. CASTRO; F. CONESA y A. GUTIÉRREZ (2000): *Una visión crítica de las relaciones Universidad Empresa: el papel de las estructuras de interrelación*, Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento-INGENIO, Valencia.
- FUENTES, E. L. B.; O. G. B. PÉREZ; U. S. CARTAS; L. A. P. NARVÁEZ y H. P. YUCTA (2017): «Diagnóstico de la actividad científica estudiantil en la carrera de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo», *Educación Médica*, vol. 18, n.º 3, España, pp. 154-159.
- GARCÍA DIHIGO, J. (2006): *Metodología de la Investigación*, Universidad de Matanzas «Camilo Cienfuegos», Matanzas.
- GUARDO GARCÍA, M. E. y E. CLAUDIO PÉREZ (2014): «El problema científico: elementos que lo identifican y caracterizan como componente del diseño teórico de la investigación científica», *Pedagogía Universitaria*, vol. 18, n.º 4, La Habana, pp. 1-26.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; C. FERNÁNDEZ CALLADO y P. BAPTISTA LUCIO (2015): *Metodología de la Investigación*, 6ª edición, Mc Graw-Hall Education, México.
- KLUCEVSEK, K. M. y A. B. BRUNGARD (2016): «Information Literacy in Science Writing: How Students Find, Identify, and Use Scientific Literature», *International Journal of Science Education*, vol. 38, n.º 17, Victoria, pp. 2573-2595.
- LEÓN, C. A. A. (2017): «Desarrollo de competencias de investigación en estudiantes de educación superior con la mediación de herramientas de m-Learning & e-Learning», *Inclusión & Desarrollo*, vol. 3, n.º 2, Bogotá, pp. 68-83.
- LETELIER, P. O. y M. PENADÉS (2006): «Metodologías ágiles para el desarrollo de *software*: Extreme Programming (XP)», *Técnica Administrativa*, vol. 5, n.º 26, Buenos Aires, pp. 1-8.
- LÓPEZ CEGUERA, F. (2016): «Educación Superior Comparada: Tendencias Mundiales y de América Latina y Caribe», *Revista da Avaliação da Educação Superior*, vol. 21, n.º 1, Campinas, pp. 13-32.
- MCLEAN, M. y J. E. BULLARD (2000): «Becoming a University Teacher: Evidence from Teaching Portfolios (How Academics Learn to Teach)», *Teacher Development*, vol. 4, n.º 1, Australia, pp. 79-101.
- MURILLO, F. J. y H. PERINES (2017): «Cómo los docentes no universitarios perciben la investigación educativa», *Revista Complutense de Educación*, vol. 28, n.º 1, Valencia, pp. 1-19.
- OSAREH, F.; E. AHMADI y A. RIAHI (2014): «The Barriers and Solutions for Group Work and Scientific Cooperation in Iran», *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, vol. 8, n.º 2, Bangalore, pp. 227-235.
- PALOMARES MONTERO, D. y M. J. CHISVERT TARAZONA (2010): «Cooperative Learning: A Methodological Innovation in Teacher Training», <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1158448> (2019-01-03).

- ROCA LLOBET, J.; M. REGUANT ÁLVAREZ y O. CANET VELEZ (2015): «Aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y metodología tradicional: una experiencia concreta en el grado en enfermería», *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, n.º 196, Netherlands, pp. 163-170.
- RODRÍGUEZ, Y. C.; K. SIHUAY TORRES y V. PEREZ JIMÉNEZ (2018): «Producción científica y percepción de la investigación por estudiantes de odontología», *Educación Médica*. n.º 19.1, España, pp. 19-22.
- RUIZ, R. (2007): «El método científico y sus etapas», <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf> (2017-01-12).
- SALDAÑA CONTRERAS, Y.; F. RUIZ DÍAZ, J. NAHUAT ARREGUÍN, L. GAONA TAMEZ y M. CASTILLO CAMACHO (2017): «Knowledge Systematization of the Case Study Method to Research the Family Business», *The Institute for Business and Finance Research*, vol. 5, n.º 1, París, pp. 53-64.
- TIMMERMAN, B. E. C.; D. C. STRICKLAND; R. L. JOHNSON y J. R. PAYNE (2011): «Development of a Universal Rubric for Assessing Undergraduates Scientific Reasoning Skills Using Scientific Writing», *Assessment & Evaluation in Higher Education*, vol. 36, n.º 5, Bailrigg, pp. 509-547.
- WILLMOTT, C. J. R.; R. P. CLARK y T. M. HARRISON (2003): «Introducing Undergraduate Students to Scientific Reports», *Bioscience Education*, vol. 1, n.º 1, United Kingdom, pp. 1-8.

Notas aclaratorias

(1) Las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 8 no contienen datos porque solo se pretende mostrar a los estudiantes que pueden utilizarse como herramientas para organizar la información.