

2. El Protocolo de Investigación.

La naturaleza de la investigación a desarrollar en el posgrado del Departamento es, principalmente, Investigación Tecnológica, es decir, Investigación Aplicada y Desarrollo. Por lo tanto, el tipo de investigación predominante incluirá etapas de carácter experimental, aunque ocasionalmente, en proyectos de curso, se podrá recurrir a la investigación descriptiva.

Considerando que la investigación científica es un proceso complejo que implica la combinación de diversos aspectos teóricos, metodológicos y técnicos para su realización, es de fundamental importancia el que se lleve a cabo una cuidadosa planeación, en la que se definan aspectos tales como la especificación de los objetivos, el marco de referencia, el diseño de las actividades, la descripción de los recursos necesarios, etc.

Se concibe al protocolo de investigación como una guía flexible cuyo razgo fundamental consiste en que intenta describir lo más adecuada y precisamente posible el proceso de investigación que se tiene pensado ejecutar.

La ejecución de un protocolo de investigación es algo dinámico, en el sentido de que comúnmente en este documento se especifican los requerimientos mínimos y más generales para llevar a cabo un proyecto de investigación, los cuales, en el transcurso de la misma, se van modificando de acuerdo a las circunstancias y situaciones no previstas.

Sin embargo, el protocolo de investigación para cualquier proyecto pretende considerar por anticipado y lo más sistemáticamente posible las condiciones en que el investigador va a realizar su trabajo, sus supuestos teóricos y las herramientas metodológicas y técnicas, con el fin de que este documento se constituya en la "columna vertebral" de la investigación en el posgrado, en la línea base a partir de la cual se evalúan los resultados de la investigación. El formato del protocolo de investigación es el siguiente:

0. Datos de identificación.
1. Título.
2. Planteamiento del problema.
3. Objetivos.
4. Justificación.
5. Antecedentes.
6. Hipótesis.
7. Metodología.
8. Fases del estudio.
9. Cronograma.
10. Recursos humanos.
11. Recursos materiales.
12. Evaluación económica.
13. Referencias bibliográficas.
14. Acciones de difusión previstas.

A continuación se describen cada uno de los elementos que integran el protocolo de investigación propuesto.

1) TITULO. El título de la investigación debe indicar en forma precisa cuál es el objeto de estudio; esto permitirá colocarlo adecuadamente en índices bibliográficos y sistemas de recuperación de información. Siempre debe ser informativo y conciso. Es deseable que el título dé una idea general del tema en el que se inserta el objeto de estudio.

2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. La definición de un problema específico es el primer paso en la elaboración de un proyecto de investigación y comprende las acciones necesarias para determinar lo que se va a investigar, además de que la selección del problema requerirá una fundamentación teórica y práctica de su importancia.

De la definición clara y precisa del problema depende la definición adecuada de las estrategias para abordarlo.

El planteamiento del problema de investigación debe abarcar los siguientes aspectos:

- Formulación o enunciado del problema.
- Delimitación o alcance del problema.

La formulación del problema debe consistir en una presentación clara del problema, con afirmaciones breves.

En la delimitación del problema deberán considerarse los límites conceptuales, temporales, espaciales y disciplinarios.

3) OBJETIVOS. Una vez seleccionado y definido el problema a investigar, se deberá proceder a formular los objetivos de la investigación, en los cuales se responde a la pregunta de cuál es la finalidad del proyecto: exige definir qué es lo que se quiere lograr a través de la investigación.

Se deberán incluir tanto los propósitos de orden muy amplio (objetivos generales) como los objetivos más dirigidos (objetivos particulares o específicos). Cada objetivo deberá consistir en un enunciado claro y preciso de las metas que se persiguen. El enunciado de un objetivo debe excluir el mayor número de interpretaciones posibles del propósito a lograr.

La definición de los objetivos es fundamental ya que la evaluación del trabajo de investigación se basa fundamentalmente en el logro de los objetivos planteados mediante un proceso sistemático, los cuales deben haber sido previamente señalados y seleccionados al comienzo de la investigación.

4) JUSTIFICACION. La justificación del tema de investigación consiste en la fundamentación teórica y práctica de la elección de un problema y la exposición de los motivos de interés para realizar la investigación, incluyendo la determinación de los

hechos que justifican su abordaje. Lo anterior implica un cuestionamiento de los criterios y supuestos en que se fundamentó dicha elección.

La justificación de una investigación deberá, en la medida de lo posible, poner en evidencia las razones teóricas, metodológicas y técnicas de un lado, y prácticas del otro, para realizar el trabajo. Dada la naturaleza de la investigación que se pretende realizar en el Departamento, serán especialmente importantes las razones técnicas y prácticas para realizar el estudio.

En la justificación se debe mencionar directamente la necesidad de la sociedad, grupo o persona que dió origen al proyecto, explicando en qué consisten los beneficios que darán los productos del proyecto.

Se deberá describir de manera suficientemente clara, al grupo social que generó el proyecto y al grupo social que recibirá los beneficios: ¿cómo fué que se eligió ese problema de investigación? ¿qué empresa, industria, organismo, institución o circunstancia dió la opción de llevar a cabo el proyecto con esa temática?.

Se deberá cuidar que el proyecto promueva investigaciones que fomenten el desarrollo tecnológico, explicándose de que manera se logra esto.

5) ANTECEDENTES. En este apartado, también conocido como “Marco Teórico” o “Marco de Referencia”, se describirán dos aspectos:

- Los aspectos teóricos en que se apoya la investigación, también llamados “Fundamentos”, y
- Los antecedentes históricos de la misma.

Los antecedentes teóricos se refieren a la recopilación y presentación de los enfoques o resultados de teorías e investigaciones que han abordado directa o indirectamente el problema que preocupa investigar, lo cual posibilita tener una o varias ideas de las percepciones que tienen otros estudiosos del mismo problema, lo cual, como repaso y reconstrucción del trabajo ya realizado por otros, representa una de las formas más sencillas (y, por lo demás, obligatoria) de economizar esfuerzos en investigación.

En los antecedentes históricos se debe indicar si el estudio forma parte de un proyecto más general o si sigue una línea de investigación especial, con la cual esté estrechamente vinculada. En este caso, deben indicarse por medio de una descripción cronológica, los hallazgos previos más importantes y significativos. Se entiende entonces que la investigación actual pretende continuar en esa dirección.

En la elaboración de los antecedentes se requiere manejar tres niveles de información:

- 1o. El primer nivel es el manejo de las teorías o elementos teóricos existentes sobre el problema;

- 2o. El segundo nivel consiste en analizar la información empírica secundaria o indirecta proveniente de distintas fuentes, por ejemplo: investigaciones o informes publicados en revistas y periódicos, así como estadísticas u otros datos significativos;
- 3o. Finalmente, el tercer nivel implica el manejo de información empírica primaria o directa obtenida mediante un acercamiento a la realidad, a través de la observación, la experimentación y de la entrevista.

Los tres niveles no se manejan separadamente en la estructuración de los antecedentes, de hecho, debe haber una continua retroalimentación para construir un marco adecuado al objeto de estudio en cuestión.

La revisión de estudios previamente elaborados tiene como finalidad tomar conocimiento de: teorías y conceptos utilizados; métodos utilizados; hipótesis acumuladas; procedimientos, técnicas e instrumentos utilizados; resultados obtenidos.

Al final de esta revisión bibliográfica debe presentarse una síntesis, debidamente referenciada, en la que se indique de manera clara y resumida:

- los ejes teóricos (o empíricos) más importantes utilizados en el estudio y explicación del problema elegido; sus alcances y limitaciones.
- los métodos utilizados para estudiar el objeto; sus aciertos y limitaciones.
- las técnicas utilizadas.
- las principales hipótesis y los principales resultados.

La especificación de los antecedentes tiene una gran importancia porque constituyen, literalmente, los cimientos teóricos, metodológicos y técnicos de una investigación.

6) HIPOTESIS. La hipótesis es una respuesta probable a un problema planteado. La hipótesis de trabajo es el resultado lógico de toda la labor que precedió su formulación y constituye el pivote de una investigación en el sentido de que produce el paso de la parte teórica a la parte empírica.

El origen de la hipótesis puede ser muy diverso: de una sospecha, de un estudio de caso, de la exploración informal, de otros estudios realizados, de la cultura general en que se desarrolla la ciencia y la tecnología, del conocimiento dentro de la propia especialidad, o de las analogías.

La hipótesis debe dar una respuesta precisa al problema que se planteó en la investigación. El enunciado de la hipótesis debe hacerse de tal manera que su comprobación pueda llevarse a cabo mediante la utilización de técnicas científicamente fundamentadas. Su enunciado debe ser conceptualmente claro.

No es necesario que la hipótesis esté relacionada con algún modelo teórico preexistente; aunque esta relación podría ser útil desde el punto de vista científico, esto puede obstaculizar en términos generales la innovación científica.

Las hipótesis adecuadamente formuladas contienen los siguientes tres elementos estructurales:

- Las unidades de análisis, que pueden ser los individuos, grupos, instituciones, objetos, etc.
- Las variables, o sea, las características o propiedades cualitativas o cuantitativas que presentan las unidades de análisis.
- Los elementos lógicos o matemáticos que relacionan las unidades de análisis con las variables y éstas entre sí.

Un par de ejemplos de redacción de una hipótesis son los siguientes:

“Considerando las características funcionales tanto de la máquina de combustión interna como de la máquina eléctrica, es posible diseñar un sistema de tracción híbrido que aumente la eficiencia del uso de combustible sin limitar la autonomía de los vehículos automotores.”

“Es posible, mediante las principales piezas que ya existen (bombas, válvulas, tanques, calentadores) montar y hacer funcionar el tanque de nivel, conceptualizado desde ya algunos años.”¹

7) METODOLOGIA. El método científico es el camino que se sigue en la investigación. La metodología se refiere, en general, a los criterios y procedimientos que guían el trabajo científico para alcanzar el conocimiento científico de la realidad. Por otro lado, la técnica se refiere a un conjunto de reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos que auxilia a los individuos en la aplicación de los métodos. Cuando se realiza una investigación, la técnica debe adecuarse al método que se utiliza.

En este apartado del protocolo de investigación se deberá indicar el camino que se pretende seguir para alcanzar los objetivos del proyecto. Los aspectos principales que habrán de especificarse son:

- **Población.** Aquí se describen las características generales y/o particulares de las unidades de análisis. Se pueden describir aquí también los criterios inclusivos y exclusivos para la integración de las muestras, si es el caso.
- **Materiales.** Descripción de los tipos de materiales a utilizar, así como de sus cantidades y especificaciones.

¹ Gutiérrez Vázquez, Hernán I., Gómez Cortés, Arturo, Hernández Cid, Juan M., “Sistema experimental para instrumentación y control de temperatura y nivel en tanques”, Maestría en Electrónica Ind. Reporte Técnico IN01MEI.C95, ITESO, Guadalajara, Jal., Mex., diciembre de 1995.

- **Técnicas.** Aquí se listan las técnicas que se van a emplear. En caso de que sea una técnica nueva, se debe describir con detalle.
- **Procedimientos.** Aquí se describen los procedimientos específicos que se llevarán a cabo para la realización del estudio. Se pueden especificar, por ejemplo, el proceso para captar la información, el proceso de análisis e integración de la misma, etc.

En ocasiones, aunque el protocolo no describa estos elementos por apartados, si se menciona el papel que van a jugar dentro del desarrollo de la investigación.

8) FASES DEL ESTUDIO. En esta parte se enumeran las etapas en las que el investigador ha dividido su proyecto con el fin de llevarlo a cabo. También deben describirse, las metas, contenidos y actividades de cada fase.

El número y el contenido de las fases dependerá de las características particulares de cada proyecto de investigación. Considerando la naturaleza de la investigación a realizar, a continuación se listan las posibles fases que los proyectos de investigación típicamente habrán de seguir:

- Recopilación y revisión de la información.
- Definición del título de la investigación.
- Planteamiento del problema.
- Revisión de estudios previamente elaborados (análisis de posibles soluciones).
- Definición de objetivos.
- Justificación.
- Antecedentes.
- Formulación de la hipótesis.
- Investigación sobre tecnologías y componentes.
- Metodología.
- Fases del estudio.
- Cronograma.
- Recursos humanos.
- Recursos materiales.
- Acciones de difusión previstas.
- Evaluación económica.
- Referencias bibliográficas.
- Documentación del protocolo de investigación.
- Evaluación del protocolo de investigación.
- Diseño conceptual.
- Desarrollo del análisis teórico.
- Simulación en computadora del diseño conceptual.
- Diseño a detalle.
- Simulación en computadora del diseño a detalle.

- Adquisición de materiales y componentes.
- Adquisición y calibración de instrumentos.
- Ensamble del prototipo.
- Conducción de experimentos
- Procesamiento de datos.
- Documentación de pruebas.
- Definición de producto.
- Ensamble del prototipo industrial.
- Pruebas sobre el prototipo industrial.
- Obtención de especificaciones.
- Documentación (reporte del proyecto de investigación o del trabajo de tesis).

9) CRONOGRAMA. El cronograma es un esquema o gráfica donde se ponen en relación las actividades de un proyecto y el tiempo probable para su realización. Esto permite organizar las acciones y coordinar las actividades de una etapa determinada de acuerdo con el plan de trabajo.

10) RECURSOS HUMANOS. En este apartado se especifican qué personas (investigadores, tesisistas, auxiliares, secretarias, etc.) van a realizar ciertas actividades dentro del estudio.

11) RECURSOS MATERIALES. En este inciso deberán describirse las instalaciones, el equipo y los componentes necesarios para la realización del proyecto. Es conveniente especificar también el material de consumo a utilizar.

12) ESTUDIO ECONOMICO. En este apartado se elaborará un bosquejo de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto, considerando tanto los recursos humanos como los materiales.

13) REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. Bajo este nombre se incluyen todas las fuentes documentales consultadas para la elaboración del protocolo de investigación. Generalmente, la bibliografía que aparece en el protocolo no es la definitiva pues en el proceso de investigación se van añadiendo nuevas fuentes. Las referencias deben colocarse al final del protocolo, en el orden cronológico en que son citadas y como segundo nivel, en orden alfabético, empleando números entre corchetes siguiendo el formato del IEEE:

Cita de artículos: Iniciales y apellido(s) de autor(es), “título del artículo”, nombre de la revista, volumen, ejemplar, páginas que abarca el artículo, mes y año de edición. Ejemplo:
[1]

[1] D.T.W. Liang, M.J.N. Cumbi, J.M. Hernández, “An object-oriented model for induction motor drives”, Proc. Int. Conf. Elec. Machines, Manchester, UK, vol. 2, pp. 687-691, Sept. 1992.

Cita de libros: Iniciales y apellido(s) de autor(es) y/o editor, "título del libro", lugar de edición: editorial, año, capítulo o páginas que abarca la cita a la que se hace referencia. Ejemplo: [2]

[2] S. G., Shina, "Concurrent engineering and design for manufacture of electronics products", New York, U.S.A.: Ed. Van Nostrand Reinhold, 1991.

14) ACCIONES DE DIFUSION PREVISTAS. Considerando la importancia de la difusión de los proyectos de investigación, se deberán indicar en este apartado las actividades que planean realizarse para difundir los resultados de la investigación (exposiciones en congresos, publicaciones en revistas especializadas, etc.), indicando el medio o los medios de difusión a utilizar, así como las fechas tentativas para su envío y/o publicación.

El proyecto de investigación elegido, preferentemente debe estar circunscrito en la línea de investigación del Programa Formal de Investigación del programa académico de maestría. Adicionalmente, otros factores a tomar en cuenta para la evaluación de un protocolo de investigación en particular son los siguientes:

- Capacidad personal del investigador para desarrollarlo en un tiempo razonable.
- Tiempo disponible para el tema elegido.
- Exigencias económicas del proyecto.
- Disponibilidad de los recursos materiales.
- Facilidad de acceso a las fuentes de información necesarias.
- Disponibilidad de los recursos humanos implicados.
- Originalidad: que presente un nuevo enfoque, que muestre un abordamiento original a una problemática.
- Relevancia social: dada la naturaleza del programa, al menos el proyecto de investigación ha de incidir en la problemática industrial de la región, o mantener una estrecha vinculación con el sector productivo de bienes y servicios. Sin embargo, es preferible que el proyecto tenga incidencia directa sobre los grupos marginados de la sociedad.

Es importante aclarar que el reporte del proyecto de investigación no es el protocolo de investigación. Aunque ambos pueden tener elementos comunes con nombres similares, se distinguen entre sí porque pertenecen a etapas distintas del proceso de investigación. En el protocolo se plasma el plan general, y en el reporte se describen los procedimientos seguidos y los resultados alcanzados. En cuanto a su forma gramatical, el protocolo se redacta generalmente en tiempo futuro y el reporte en tiempo pasado. Aunque algunos elementos del protocolo pueden utilizarse como base para la redacción del reporte (tales como la justificación, los objetivos, etc.), comúnmente estas partes deben reformularse, adaptarse y ampliarse para servir a los propósitos de exposición y comunicación propios de un informe.