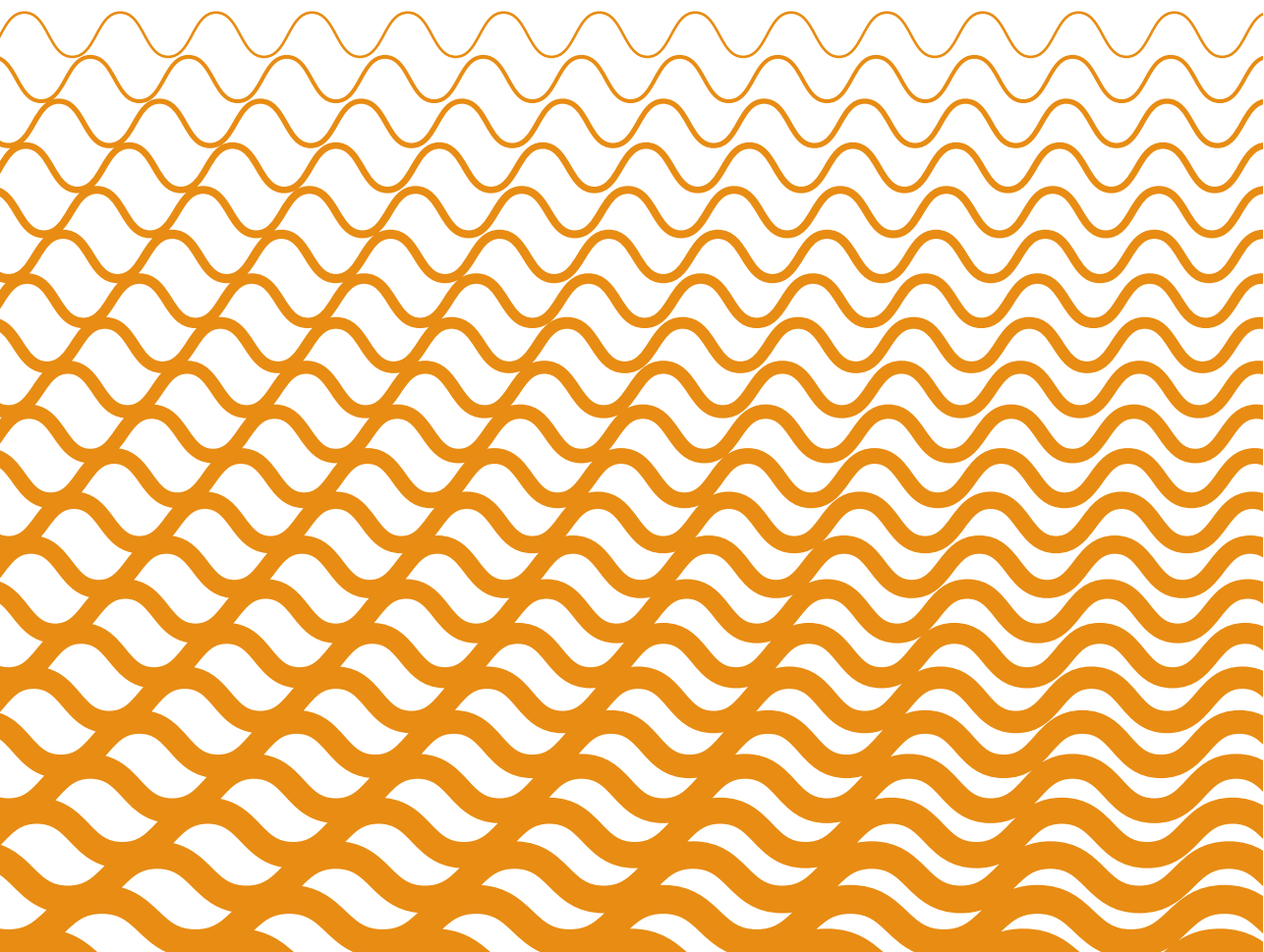


GUÍA

DE INVESTIGACIÓN

– EN CIENCIAS E INGENIERÍA –

Ingeniería Industrial



VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN



PUCP

GUÍA

DE INVESTIGACIÓN

— EN CIENCIAS E INGENIERÍA —

Ingeniería Industrial

Autores

José Alan Rau Álvarez
Keiko Nakama Hokamura
Víctor Cisneros Arata

Asesores

Julio del Valle Ballón
María de los Ángeles Fernández Flecha

Colaborador

Janis Alonso Martínez Miraval

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
DIRECCIÓN DE GESTIÓN
DE LA INVESTIGACIÓN



PUCP

PALABRAS DE PRESENTACIÓN DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

La Pontificia Universidad Católica del Perú tiene el objetivo estratégico de convertirse en una universidad de investigación. Por lo tanto, es un placer presentar a nuestra comunidad las guías de investigación dirigidas a los alumnos de pregrado, cuya finalidad es facilitar y acompañar el proceso de planificación y desarrollo de trabajos de investigación académica, según las especificidades metodológicas de su especialidad.

Este material es resultado del esfuerzo conjunto de profesores, decanos, jefes de departamento, profesionales de la Dirección de Gestión de la Investigación y del Vicerrectorado de Investigación. Pretende ayudar en la formación de nuevos investigadores, insertar estudiantes de pregrado en proyectos de investigación relevantes y fortalecer la producción académica de alta calidad. Las guías explican cómo las diferentes disciplinas en la Universidad abordan la investigación, facilita el desarrollo de los estudiantes y aporta en la creación de nuevo conocimiento desde el pregrado.

Cada guía ha sido elaborada atendiendo a las características disciplinares propias de cada especialidad, pero sobre la base de un texto general: *“Cómo iniciarse en la Investigación Académica. Una guía práctica”*, preparado por los profesores Julio del Valle y María de los Ángeles Fernández. Estas, además de presentar una explicación teórica, muestran ejemplos de tesis correspondientes a cada facultad, es decir, casos aplicativos, claros y precisos sobre cómo desarrollar una investigación de nivel de pregrado en su propia especialidad. Así mismo, con el fin de informar sobre los diferentes servicios y beneficios que brinda la Universidad, tanto en temas académicos como de investigación, las guías cuentan con una Sección Informativa.

Finalmente, nos gustaría agradecer a quienes desde un inicio asumieron el compromiso para participar de este proyecto. Nos enorgullece ser la primera Universidad en el país que produce guías de investigación, y confiamos que serán de suma utilidad a nuestra razón de existir: nuestros estudiantes que tienen la responsabilidad de asumir el futuro de nuestra sociedad.

CONTENIDO

16

CAPÍTULO 1. EL SENTIDO DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.1. ¿Qué se entiende por investigar en ingeniería industrial?
- 1.2. ¿Qué tipo de objeto de estudio aborda la investigación en nuestra disciplina?
- 1.3. ¿Qué virtudes debe presentar un investigador en ingeniería industrial?
- 1.4. ¿Qué vicios (o errores) son frecuentes en un investigador en ingeniería industrial?
- 1.5. ¿Cuáles son las etapas principales de una investigación?

36

CAPÍTULO 2. LA PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- 2.1. Propuesta de investigación
- 2.2. Delimitación del tema
- 2.3. La pregunta o problema de investigación
- 2.4. Formulación de la hipótesis de trabajo
- 2.5. Objetivos de la investigación
- 2.6. Esquema de contenidos
- 2.7. Listado preliminar de fuentes de información

69

CAPÍTULO 3. EL DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. ¿Qué es el diseño metodológico de la investigación?
- 3.2. Alcance de la investigación
- 3.3. Tipos de diseño metodológico

83

CAPÍTULO 4. EL MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

- 4.1. ¿Qué entendemos por marco teórico?
- 4.2. ¿Qué entendemos por revisión de la literatura?
- 4.3. Lineamientos útiles para la construcción del marco teórico
- 4.4. Estructuración del marco teórico

94

CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

- 5.1. ¿En qué consiste el diagnóstico situacional?
- 5.2. Consideraciones para la realización del diagnóstico
- 5.3. Técnicas para el diagnóstico de una empresa o proceso específico

107

CAPÍTULO 6. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

- 6.1. ¿En qué consiste la propuesta de mejora?
- 6.2. Consideraciones para estructurar la propuesta de mejora
- 6.3. Técnicas para el planteamiento de mejoras

117

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

- 7.1. Análisis económico de la propuesta de mejora
- 7.2. Costos y principales indicadores financieros
- 7.3. Conclusiones de la evaluación

130

CAPÍTULO 8. REDACCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

- 8.1. El informe de la investigación
- 8.2. Título
- 8.3. Sumilla
- 8.4. Introducción
- 8.5. Marco teórico
- 8.6. Marco metodológico
- 8.7. Diagnóstico, propuesta y evaluación
- 8.8. Conclusiones (y recomendaciones)
- 8.9. Referencias bibliográficas
- 8.10. Anexos

153

REFERENCIAS

159

SECCIÓN INFORMATIVA

177

COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN (CEI)

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Consideraciones desde el ámbito laboral para un investigador en Ingeniería Industrial	24
Tabla 1.2	Sobre el perfil del buen investigador	26
Tabla 1.3	Virtudes del estudiante de Ingeniería Industrial como investigador	28
Tabla 1.4	Vicios (o errores) del ingeniero industrial como investigador	29
Tabla 1.5	Comparación conceptual entre los enfoques cuantitativo y cualitativo de investigación	32
Tabla 1.6	Etapas principales de la investigación	34
Tabla 2.1	¿Por qué la planificación de la investigación?	39
Tabla 2.2	Partes de una propuesta de investigación	40
Tabla 2.3	Las buenas ideas de investigación	43
Tabla 2.4	Criterios de delimitación del tema	46
Tabla 2.5	Tesis publicadas en Ingeniería Industrial y criterios de delimitación	48
Tabla 2.6	Elementos del planteamiento del problema de investigación cuantitativo	51
Tabla 2.7	Propuesta de esquema para plantear preguntas de investigación en Ingeniería Industrial	52
Tabla 2.8	Criterios para pensar y redactar hipótesis	55
Tabla 2.9	Verbos para definición de objetivos	57
Tabla 2.10	Recomendaciones para la construcción del esquema de trabajo o índice	61
Tabla 2.11	Recomendaciones para la búsqueda bibliográfica	66
Tabla 3.1	Acerca del diseño metodológico	71
Tabla 3.2	Tipos de alcance de investigación	73
Tabla 3.3	¿Cómo podría iniciar el estudio?	75
Tabla 3.4	Consideraciones para la definición del alcance de la investigación en Ingeniería Industrial	76
Tabla 3.5	Nivel general de un diseño metodológico en Ingeniería Industrial	77
Tabla 3.6	Definiciones sobre tipos de diseño metodológico principales	78
Tabla 3.7	Nomenclatura de diseños metodológicos desde el enfoque cuantitativo según Hernández, Fernández y Baptista (2010)	80

Tabla 3.8	Definiciones para diseño transeccional y longitudinal y ejemplos	81
Tabla 4.1	Funciones del desarrollo de la perspectiva teórica	84
Tabla 4.2	Recomendaciones adicionales para la revisión de la literatura	86
Tabla 4.3	¿Qué considerar para el marco teórico?	88
Tabla 4.4	Distribución de elementos extraídos de objetivos en marcos teórico y metodológico	91
Tabla 5.1	De la unidad de análisis a la muestra	97
Tabla 5.2	Muestra probabilística y no probabilística	98
Tabla 5.3	Confiabilidad, validez y objetividad	101
Tabla 5.4	Ejemplos de modelos, herramientas y técnicas para diagnóstico	105
Tabla 6.1	Acerca de la estadística descriptiva	110
Tabla 6.2	Acerca de la estadística inferencial	112
Tabla 6.3	Acerca de la prueba de hipótesis	113
Tabla 6.4	Ejemplos de modelos, herramientas y técnicas para diagnóstico	114
Tabla 7.1	Procedimiento para la elección de la mejor solución	118
Tabla 7.2	Axiomas mínimos a tener en cuenta	120
Tabla 7.3	Criterios para la evaluación económica de alternativas	126
Tabla 8.1	Coherencia y cohesión en la redacción del informe de investigación	131
Tabla 8.2	Requisitos recomendados para la organización de la redacción	134
Tabla 8.3	Componentes del resumen	139
Tabla 8.4	Componentes de la introducción	141
Tabla 8.5	Consideraciones para el citado	143
Tabla 8.6	¿Qué incluye una sección de discusión?	150

PRESENTACIÓN

La presente *Guía de investigación para Ingeniería Industrial* (a la cual se referirá en adelante como la *Guía*) busca ser un insumo de investigación para estudiantes y egresados y egresadas que busquen producir un nuevo conocimiento, una serie de resultados y conclusiones, una propuesta de mejora, un proyecto empresarial, u otros productos similares. En ese sentido, la Guía prioriza su mirada en quienes van a elaborar su tesis de licenciatura o su trabajo de investigación y busca que el estudiante, al investigar, se posicione mentalmente, a sí mismo, más allá del ámbito de las aulas universitarias: que piense en una situación organizacional real, es decir, ya en el ejercicio de su carrera. Se espera, de esta manera, que el estudiante pueda entender que la importancia de lo que está realizando trasciende la obtención de los grados a los cuales aspira.

En la actualidad, una gran variedad de libros y artículos sobre teorías y nuevas investigaciones proliferan sin límite. Basta entrar en una plataforma (por ejemplo, Scopus) y hacer una búsqueda con algún término básico (como *quality* o *engineering*) para ver cientos de miles de publicaciones que se encuentran disponibles para compra o descarga libre, las cuales pertenecen a innumerables revistas científicas y/o editoriales. Sin embargo, una búsqueda real va a tener, por supuesto, un grado de especificidad y profundidad más alto, con lo cual estas cantidades disminuirían. En el camino de la investigación, en definitiva, la práctica enseña a ser más incisivo respecto de aquello que se está intentando encontrar, no solo en una plataforma de este tipo, sino en otras bases de datos y centros de información (como una biblioteca, por ejemplo).

Justamente, es a través de estas fuentes de búsqueda (sobre todo, las bases de datos) que se puede estar al tanto de las investigaciones que se están realizando en la actualidad respecto de los diversos temas que conforman no solo las ciencias básicas, sino también las ingenierías, las ciencias sociales y otras grandes y diversas categorías de disciplinas. Por ejemplo, Cherry y Pidgeon (2018) han explorado las percepciones de una población respecto de una nueva tendencia llamada la "economía del intercambio", la cual es prospectada como una solución a problemas económicos, ambientales y sociales, aunque no exenta de crítica. Por su parte, Ehm (2019) utiliza un enfoque sistemático en el diseño de gráficos Y / O (AND / OR) para el análisis del problema combinado de la planificación de la secuencia de operaciones y la programación de la máquina para el desmontaje de productos heterogéneos, conducente al aumento de la rentabilidad de los procesos de fabricación, reciclaje y eliminación al final de su vida útil.

En cuanto a Kniazieva y Kalchenko (2018), con el fin de mejorar el control de calidad del servicio multimedia para redes corporativas de minería que emplean el Mecanismo de Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS, por sus siglas en inglés), se aplicaron métodos de modelado algorítmico y elementos de la investigación de operaciones. Acerca de la propuesta de Raicu, Costescu, Popa y Rosca (2019), ellos presentan dos enfoques poco considerados en los métodos actuales de evaluación de inversiones; específicamente, buscan optimizar el financiamiento para proyectos de infraestructura de transporte mediante la consideración de los costos sociales antes, durante y después de la implementación del proyecto, lo cual exige la precisión en los tiempos programados. Asimismo, se tiene a Salas-Navarro, Meza, Obredor-Baldovino y Mercado-Caruso (2019), quienes proponen un modelo de evaluación de los niveles de competitividad y productividad para la cadena de suministro de empresas del sector metalmeccánico de la ciudad de Barranquilla basado en cinco componentes: abastecimiento, almacenamiento, gestión de inventarios, distribución y transporte, y logística inversa.

La Guía se conforma por ocho capítulos, los cuales son reseñados a continuación.

El capítulo 1 reflexiona sobre lo que significa investigar y su contextualización para la disciplina de la Ingeniería Industrial. A ello se añaden tanto las virtudes que debe presentar un investigador en Ingeniería Industrial como los errores o vicios que han sido más frecuentes en el desarrollo educativo de su actividad investigativa. Además, proporciona un panorama sobre las etapas que componen una investigación.

El capítulo 2 se centra exclusivamente en la propuesta de investigación y explora aspectos como la delimitación del tema, la pregunta de investigación, la hipótesis, los objetivos, los contenidos y el listado preliminar de fuentes.

El capítulo 3 describe el diseño metodológico, presenta los alcances que puede tener una investigación y los complementa con casos, y explica los diseños experimentales y no experimentales.

El capítulo 4 describe el marco teórico, presenta cómo efectuar la revisión bibliográfica, explica qué elementos considerar para el marco y cómo estructurarlo. Aunque en un informe de investigación se suele colocar el marco teórico antes del diseño metodológico, en esta Guía, si bien se respeta dicho orden para la redacción del informe, se considera el marco teórico como parte de un diseño metodológico que abarque la totalidad de la investigación. Por eso, los capítulos están en este orden.

El capítulo 5 trata la elaboración del diagnóstico y se enfoca en la correcta preparación de la medición, con énfasis en la selección de la muestra.

El capítulo 6 trata la elaboración de la propuesta de mejora y resalta el principio de que esta debe partir del diagnóstico, que implica un análisis preciso de la data recolectada. En ese sentido, introduce técnicas estadísticas para el análisis con el fin de que el investigador profundice en su conocimiento. Ambos capítulos, además, incluyen una tabla de técnicas que pueden emplearse para diagnóstico y mejora y que son vistas durante los estudios de la carrera. Asimismo, presentan ejemplos sobre cómo pueden ser combinadas las técnicas para dichos fines.

El capítulo 7 se centra en la evaluación económica desde una perspectiva financiera y apunta a que el investigador no solo se coloque en el lugar de quien elabora la propuesta, sino también en la posición de quien toma decisiones.

Finalmente, el capítulo 8 presenta una serie de indicaciones y recomendaciones a tener en cuenta para la redacción del informe de investigación en cada una de sus partes.

CAPÍTULO

1

**EL SENTIDO DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1. ¿Qué se entiende por investigar en Ingeniería Industrial?

Para poder responder a esta pregunta, es necesario, primero, prestar atención a cada una de las palabras que la conforman. En primer lugar, se debe entender la acción de *investigar*. En ese sentido, qué mejor que remitirse, como base, a las definiciones que muestra el *Diccionario de la Real Academia española* (RAE 2019) sobre este verbo. En sí, son de interés la primera y la tercera acepción:

Primera

Indagar para descubrir algo. Ejemplo: *Investigar un hecho*.

Tercera

Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia. Ejemplo: *Investigar sobre el cáncer*.

Si bien ambas brindan un primer entendimiento de lo que significa “investigar”, desde un punto de vista más académico, la tercera acepción brinda un mejor panorama. A partir de esta, se destacan tres frases importantes:

- **Actividades intelectuales y experimentales.** Se trata de actividades que buscan llegar a una comprensión con cierto grado de profundidad de aquello que conforma este objeto de estudio.
- **De modo sistemático.** El modo sistemático implica que hay un conjunto de procedimientos interrelacionados que se va a emplear, de manera consciente o no, para poder lograr el objetivo de investigación.
- **Aumentar los conocimientos sobre una determinada materia.** En efecto, todo aquello que se logre concluir a partir de los resultados de investigación significará el aporte de un nuevo subconjunto de saber en la línea que se está investigando.

Hernández, Fernández y Baptista, por su parte, definen la investigación como “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (2010: 4). Nuevamente, aparece el concepto de “sistemático” y, además, se habla de procesos para estudiar fenómenos. Hernández, Fernández y Baptista (2010)

también señalan que, como parte de la historia de la ciencia, las diversas corrientes de pensamiento (como el positivismo, la fenomenología, el estructuralismo, etc.) se han *polarizado* para usar su palabra en dos enfoques principales de investigación: el cuantitativo y el cualitativo, de los cuales, más adelante, surgió el enfoque mixto, que combina ambos según las necesidades de la investigación.

En ese sentido, si bien ambos enfoques principales tienen características muy particulares, “emplean procesos cuidadosos, metódicos y empíricos para generar conocimiento” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 4). Como se verá más adelante, la ingeniería industrial, en su fuero más interno, tiene una mayor relación con el enfoque de la investigación cuantitativa; sin embargo, no es de forma exclusiva. En realidad, según el fenómeno que se estudiará, el diseño de la investigación puede incluir tanto herramientas cualitativas como cuantitativas.

De esta manera, por ejemplo, se puede pensar en un ingeniero industrial consultor que desea medir un conjunto de indicadores de desempeño para una empresa de manufactura, de los cuales obtendrá una serie de resultados que le darán un panorama de lo que está ocurriendo en su planta de producción. Sin embargo, puede complementar su estudio por medio de la organización de entrevistas semiestructuradas a operarios de planta, supervisores y jefes para determinar, además, cómo es la cultura organizacional desde diversos puntos de vista y cómo esta puede estar influyendo en el desempeño medido.

Lo que se ha visto, y se definirá más adelante, son los enfoques principales de investigación: cualitativo, cuantitativo y mixto. Sin embargo, cuando se habla de enfoques propiamente dichos, estos se refieren a un plano más académico y científico en cuanto al acceso y generación de información como parte de una investigación. En otras palabras, si bien pueden existir otras formas de investigación más superficiales o menos estructuradas que, incluso, pueden ser de índole cualitativa, cuantitativa o mixta (como averiguar en la plataforma de Google algún dato que se desea conocer), en esta Guía, por supuesto, siguiendo a Fernández y Del Valle, el enfoque estará en la investigación académica y científica, conceptos que estos autores trabajan de manera equivalente. “La investigación científica o académica, aquella que se rige por un método riguroso orientado a la ampliación del conocimiento o a la generación de saber, es una de las muchas fuentes de conocimiento de la realidad que existen...” (2016: 31).

Sobre esta idea, como señalan también los autores, cada disciplina o especialidad tendrá su propia concepción de lo que es la investigación, a partir de lo cual se elaborará una serie de parámetros, normalmente en actualización constante para adaptarse a los cambios del mundo moderno, los mismos que definirán las formas en que se puede investigar al interior de dicha disciplina o especialidad (Fernández y

Del Valle 2016: 32). No obstante, el *cimiento* de la acción de investigar, desde el plano académico o científico, se mantiene inamovible en cada caso:

La actividad investigadora supone, pues, una orientación, una inclinación, hacia el conocimiento de niveles más profundos de la realidad y la formulación de niveles más avanzados del saber. Quien investiga busca acceder, por medio de acciones de carácter tanto intelectual como aplicado, ya sean experimentales o de otro tipo también empírico, a un nivel no conocido o explicado del mundo que le rodea. Para lograr dicho acceso o aumento de su conocimiento, emprende una serie de actividades adecuadamente planificadas [...] que serán luego ejecutadas de forma sistemática (Fernández y Del Valle 2016: 35).

Si se toma esta como la definición que se viene desarrollando desde el inicio de este subcapítulo, puede afirmarse que es la más completa. A partir de aquí, es posible pasar al segundo componente conceptual que conforma la pregunta que dicho subcapítulo plantea: la Ingeniería Industrial.

Como parte de sus artículos, Martin-Vega (2005); Billings, Junguzza, Poirier y Saeed (2005); y Greene (2005) citan la misma definición para la disciplina, la cual fue propuesta a principios de la década de 1960 por el American Institute of Industrial Engineers, hoy llamado Institute of Industrial & Systems Engineers:

La ingeniería industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombres, materiales, equipos y energía. Se alimenta del conocimiento especializado y de la habilidad en ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño en ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de estos sistemas. American Institute of Industrial Engineers (citado en Martin-Vega 2005: 1.12)

Billings y otros conciben la disciplina como “amplia y diversa” (2005: 1.24), lo cual no sorprende luego de leer la definición citada. Es más, son Billings y otros (2005) quienes, incluso, señalan que esta definición no expresa de manera sucinta lo que hace un ingeniero industrial. Al respecto, si el énfasis se centra en las etiquetas empleadas, se ve que estas establecen una matriz de varias dimensiones para ubicar la labor realizada en esta disciplina: tipos de actividad (diseño, mejora, instalación), elementos que integran los sistemas (hombres, materiales, equipos, energía), finalidades (especificar, predecir, evaluar resultados), etc. No obstante, estos autores, por medio del cambio al tipo de lenguaje empleado en el enunciado para proveer un mejor entendimiento, esperan que los ingenieros industriales lleguen “a ser conocidos y respetados [...] por su función como personas que resuelven problemas en forma expedita, como expertos en el mejoramiento de la productividad, analistas

de sistemas, nuevos administradores de proyecto, ingenieros de mejora continua de proceso, administradores de planta, vicepresidentes de operaciones y presidentes ejecutivos” (Billings y otros 2005: 1.25).

Si bien esta Guía no tiene la intención de proveer un marco histórico sobre el desarrollo de la disciplina hasta la actualidad -para lo cual se propone el excelente artículo de Martín-Vega (2005)- sí busca mostrar una mirada panorámica de qué es lo que se trabaja como parte de la Ingeniería Industrial. De esta manera, además de lo ya presentado, se añade a Read (2005), que piensa en el ingeniero industrial como administrador. Viéndolo así, debe desarrollar cuatro habilidades fundamentales: *técnicas*, las que obtiene en su formación académica y experiencia profesional; *administrativas*, referidas al uso eficaz del tiempo y a la gestión de proyectos; *de liderazgo*, donde se ubica la capacidad de interacción interpersonal para motivar y trabajar a través de los demás para lograr resultados; y *de proceso*, en cuanto a la dirección que establece para el desempeño de los procesos de su departamento (Read 2005: 1.59-1.60).

Por su parte, Greene (2005) retoma el tema del desarrollo de la disciplina de manera más sucinta y plantea una disyuntiva interesante: el término *ingeniero industrial* puede resultar muy estrecho para entender la vastedad de acciones que puede efectuar a nivel profesional y el rango de tipos de organizaciones donde puede desempeñarse; y que, por eso, podría pensarse en otras palabras que reemplacen la “i” de “industrial” para proveer una mejor definición. Sobre esta premisa, habla de innovación, información, integración, implementación, involucramiento, instrucción, intelectual e internacional. De la misma manera, tratando de englobar toda su gama de acción desde una perspectiva histórica, señala que los ingenieros industriales “responden a las necesidades de la sociedad; son idóneos para crear y perfeccionar nuevas herramientas mecánicas; están presentes en todas, o casi todas, las industrias del mundo” (Greene 2005: 1.104).

En este punto, ya es posible brindar una respuesta a la pregunta que plantea el subcapítulo; sin embargo, cabe mencionar que se trata solo de un ensayo de respuesta. En otras palabras, se mantiene la certeza de que toda persona que se dedique a esta disciplina, como parte de su estudio, ejercicio profesional y aprendizaje continuo, podrá formar su propia mirada sobre qué significa *investigar* en Ingeniería Industrial. En esta Guía, se propone la siguiente:

Investigar en Ingeniería Industrial es efectuar un conjunto de procedimientos interrelacionados, de manera sistemática, tanto de diseño propio -desde la creatividad- como basados en parámetros previamente establecidos, para estudiar un determinado fenómeno –el *objeto de estudio*– utilizando, por un lado, la revisión bibliográfica para formar una concepción del estado del arte de la cuestión estudiada y, por otro, las herramientas cuantitativas o cualitativas

necesarias según sea el tipo de datos que se deseen obtener. De esta manera, se buscará plantear, en primer lugar, un diagnóstico situacional que se sustente en mediciones y razonamientos de diversa índole; y, en segundo lugar, de acuerdo con el alcance de la investigación, una propuesta de implementación que, o bien genere un aprovechamiento de las oportunidades que presente el diagnóstico o bien se traduzca en una mejora de dichas mediciones. En ese sentido, se podrá hablar de tres categorías básicas de investigación en Ingeniería Industrial: el estudio de (pre)factibilidad para el primer caso, y la mejora de procesos e investigación de operaciones para el segundo. Asimismo, se podrá aplicar al trabajo de investigación para el grado de bachiller.

1.2. ¿Qué tipo de objeto de estudio aborda la investigación en esta disciplina?

En el subcapítulo previo, se empezó a responder esta pregunta. Se debe recordar, en primer lugar, que se trata de una disciplina bastante amplia y diversa, como lo dirían Billings y otros (2005). A este respecto, se debe considerar que, de la misma forma, el objeto de estudio que se aborda en la disciplina puede ser múltiple. Aun así, Hicks es categórico al decir que “la base teórica de la ingeniería industrial es la de una ciencia de operaciones” (2005: 1.91) y que, para desempeñarse en esta ciencia, es necesario tener en cuenta al menos tres criterios centrales: calidad, oportunidad y costo. Sin embargo, justamente la palabra “operaciones” establece el giro fundamental al sesgo que notaba Greene (2005) sobre el término ‘ingeniería industrial’. Es decir, en pocas palabras, no hay forma de que una organización, de la índole que sea, tenga sentido de existencia si no tiene “operaciones” que administrar y gestionar. Es por ello que la labor del ingeniero industrial no se limita únicamente a la industria empresarial y mucho menos a la industria empresarial “dura” (fabricación y producción), sino que, más bien, “los principios de la ingeniería industrial no solo son aplicables en forma universal a todas las industrias, sino, también, a todas las operaciones gubernamentales, comerciales, de servicios o de la industria (Hicks 2005: 1.91).

Además, es justamente a través de este autor que se desea responder a la nueva pregunta que se plantea a partir de este subcapítulo: el objeto de estudio en la investigación. Para ello, se considera que la investigación de un ingeniero industrial está ligada, principalmente, a su labor, o futura labor, en una organización. En ese esquema, se plantea lo siguiente:

Casi siempre, la meta de la ingeniería industrial es asegurar que los bienes y los servicios se produzcan y provean con la calidad correcta, en el momento correcto y al costo correcto. Desde la perspectiva empresarial, la práctica

de la ingeniería industrial debe culminar en una aplicación exitosa [...]. La preponderancia de las técnicas tradicionales de ingeniería industrial está relacionada con entidades físicas (por ejemplo, equipo, edificios, herramientas) y con entidades informales (por ejemplo, tiempo, espacio) para una operación, en el empleo de lo que puede pensarse como ciencia dura. De todas maneras, los factores relacionados con la administración en el lugar de trabajo, que determinan el nivel de motivación de un empleado para realizar bien las tareas que se le asignan o participar en forma activa en la mejora operativa a lo largo del tiempo, representan la ciencia blanda de la ingeniería industrial (Hicks 2005: 1.91).

Al reflexionar sobre lo planteado en la cita anterior, se llega a la siguiente conclusión: uno de los puntos clave de esta cita es la mención a la “ciencia dura” y la “ciencia blanda”. Asimismo, se vuelve a hacer referencia a la calidad, oportunidad y costo. Entonces, se puede afirmar, desde esta perspectiva, que el objeto de investigación de la ingeniería industrial se conforma por dos componentes mayores: las operaciones (“ciencia dura”) y las personas (“ciencia blanda”), siempre en relación y pensadas desde el contexto de algún tipo de organización, aunque no necesariamente estudiados de manera conjunta.

Las operaciones y las personas como objeto de estudio, en este sentido, deben visualizarse desde lo que es positivo para la organización en que se encuentran. Al respecto, esta cualidad se puede expresar de tres maneras fundamentales: el incremento del nivel de calidad de un proceso, producto o servicio; el estrechamiento del tiempo de concreción de un objetivo, como la entrega de un producto o servicio, entre lo planificado y lo real; y la reducción del costo de generación y entrega de un producto o servicio, tanto hacia el cliente externo como interno.

El objeto de estudio, por su parte, saliendo de la perspectiva tratada (es decir, “saliendo de la organización”), puede estar representado por la determinación del grado de éxito y capacidad de recuperación de inversión de un nuevo producto o servicio que puede ser implementado, donde entra a tallar el tema de la innovación. Entonces, en un primer caso, se habla de la propuesta de cambio para una organización, planteada desde dentro o fuera de esta; y, en el segundo, se habla de la propuesta de una nueva organización.

Para el primer caso, por ejemplo, se puede pensar en un análisis basado en Cadenas de Markov que determine las predicciones del arrendamiento de vehículos a corto plazo de una flota específica, categorizados por tipos, tomando en cuenta la estacionalidad de las ventas durante el año y basándose en la data de ventas de años anteriores, lo cual permitiría una mejor planificación de la disponibilidad para un año determinado. En el segundo caso, se puede imaginar la implementación de un centro de distribución de ayuda humanitaria para desplazados por deslizamientos

e inundaciones que trabaje en conjunción con gobiernos locales, empresas que se beneficiarían de una reducción de impuestos y organizaciones comunitarias.

Ustedes, alumnos y alumnas que nos leen, ¿pueden identificar, de forma implícita, esta definición de objeto de estudio en los cursos que han llevado hasta el momento como parte de la disciplina?

1.3. ¿Qué virtudes debe presentar un investigador en Ingeniería Industrial?

Habiendo abordado las interrogantes de qué es investigar en Ingeniería Industrial y cuál es el objeto de estudio de la investigación en esta disciplina, se debe colocar la reflexión sobre quien va a desarrollar la investigación y lo que se requiere de su persona para que la investigación pueda realizar un aporte sustancial al conocimiento.

Esta nueva pregunta se responderá en tres partes: el ámbito laboral, las características básicas de todo investigador y el estudiante de Ingeniería Industrial. Se entiende que esta mirada conjunta es necesaria para dar a entender que la investigación no solo se realiza como una labor exclusiva y aislada del resto de la actividad profesional (lo cual es posible y no se niega), sino que, con mayor o menor énfasis, constituye y retroalimenta todo lo que se hace.

En primer lugar, autores que previamente se han citado presentan listados desarrollados de factores clave de éxito y desafíos para el administrador ingeniero industrial. Por supuesto, se trata del ámbito laboral, donde la investigación va de la mano con las otras actividades que se realizan en el día a día y donde, muchas veces, la acción investigativa puede ser muy concisa y de corta duración. De esta manera, en la tabla 1.1 se presenta, a modo de síntesis, los listados a los que se hizo referencia.

Tabla 1.1**Consideraciones desde el ámbito laboral para un investigador en Ingeniería Industrial****Factores clave de éxito**

Billings y otros (2005: 1.30-1.31)

- Ser flexible, pero enfocado
- Aplicar los conceptos de la Ingeniería Industrial a los problemas del mundo real
- Comprender la totalidad de la situación
- Entender y analizar los procesos actuales con exactitud
- Administrar el cambio
- Hacer el seguimiento de la implementación
- Ser creativo
- Comunicarse con claridad

Desafíos para el administrador ingeniero industrial

Read (2005: 1.61-1.62)

- Definición de metas y establecimiento de prioridades
- Administración y estilo motivadores
- [Procesamiento de] Nueva información
- Un nuevo sentido de la urgencia
- [Resolución de] Problemas [de rendimiento] con las personas
- Más de una respuesta correcta
- Delegación o trabajo a través de los demás
- Realización simultánea de tareas y uso inteligente del tiempo
- Proceso versus contenido

Adaptado de: Billings y otros (2005) y Read (2005).

¿No pareciera que tanto los factores clave de éxito como los desafíos que presenta la tabla 1.1 pueden relacionarse con la labor investigativa? Más allá de (y en relación con) las descripciones que ofrecen los autores para estos puntos, pueden entenderse desde los mismos ámbitos de la investigación. Por ejemplo, respecto del ser creativo, Billings y otros nos dicen: “La capacidad de ver la realidad actual y generar nuevas ideas es lo que trae más valor a cualquier organización en proceso de cambio” (2005: 1.31). Verdaderamente, si la investigación goza de un análisis inteligente y de una ingeniosa propuesta de cambio, se abre la posibilidad de generar un valor necesario para la organización a quien va dirigida. Asimismo, en cuanto a la comunicación con claridad, “[p]ara poner ideas en práctica, un ingeniero industrial debe, además, poseer excelentes habilidades de comunicación verbal y escrita” (Billings y otros 2005: 1.31). No es menos cierto que, como se abordará en capítulos posteriores, no tiene ningún sentido que una investigación no sea difundida. Por el contrario, toda investigación debe estar escrita en un lenguaje que pueda ser comprendido por una amplia mayoría, ya que allí radica una de las características más deseables de un investigador: su capacidad de expresión y de hacerse entender.

En cuanto a los desafíos, es conveniente pensar que los puntos listados deben tenerse presentes cuando se está haciendo investigación en Ingeniería Industrial. Por ejemplo, está el punto llamado "Más de una respuesta correcta": "como ingenieros, se nos capacitó para resolver la ecuación: encontrar una sola respuesta correcta. Como administradores, necesitamos comprender que existen muchas respuestas u opciones 'correctas' para considerar" (Read 2005: 1.61). Si se está construyendo un modelo matemático que modelará la operación de una empresa de fundición (o cualquier otra operación), se debe saber que no existe el modelo matemático perfecto. Los resultados optimizados dependerán de las variables que se hayan empleado, cómo se hayan definido, cuántas secciones de restricciones se hayan introducido y cómo estén descritas estas, si se han empleado igualdades o desigualdades, el rango de tiempo tomado en cuenta (si aplica), etc. El modelo que construya una persona para una misma operación no necesariamente será el mismo que pueda construir otra. Lo que se decida incluir como parte de un modelo depende tanto de la propia formación, experiencia y visión sobre lo que se quiere lograr como de las necesidades de la organización, que pueden interpretarse y priorizarse de distinta manera. Es allí donde radica la riqueza investigativa.

Conviene, ahora, pasar al plano académico, donde se tratarán las características básicas que se esperan de todo investigador. Para ello, se tomará como base el desarrollo de Fernández y Del Valle (2016), comenzando por la reflexión que realizan sobre la objetividad. Una primera característica que se puede esperar de un investigador se extrae de las siguientes palabras: "[S]i bien nuestra aproximación a un objeto de estudio estará inevitablemente teñida por nuestras características personales: gustos, preferencias, intuiciones, motivaciones y curiosidades personales, entre otros, eventualmente nos corresponde decantarnos hacia una postura más objetiva, que haga a un lado posibles marcas de arbitrariedad" (Fernández y Del Valle 2016: 38). Se debe entender que la objetividad en estado puro no existe, sino solo dentro de ciertos marcos de referencia.

Una distancia se mantiene igual sea que se mida en millas o kilómetros, y se mantiene igual si el instrumento de medición ha estado descalibrado, incluso, ¡se mantiene igual si quien va a medir no conoce cómo usar el instrumento de medición! Lo objetivo no es absoluto. Si un modelo matemático de una realidad específica otorga un resultado, se dirá que este es el valor óptimo. Sin embargo, otra persona que modele esa misma realidad podría haber empleado otras variables y restricciones, y también obtendrá un valor óptimo que no necesariamente es igual al anterior. Lo óptimo existe para el modelo que se ha creado, dado que es representativo de la realidad. No obstante, la realidad es mucho más compleja, ¿verdad? Jamás se debe olvidar que se nace y se crece dentro de un contexto social y cultura determinados, que se recibe una formación desde diversas fuentes y que se viven experiencias distintas. La forma que se tiene de ver el mundo y de sentir va a ser diferente de la

manera que lo hace cualquier otra persona y quedará reflejada en todo lo que se haga.

Ahora bien, para reforzar el concepto de lo que es necesario como base de todo investigador, se comparte una nueva cita de Fernández y Del Valle:

[E]n el caso de la investigación académica, se privilegia un enfoque que busca conducir de la mejor manera posible nuestra, al fin y al cabo, inevitable subjetividad –aprovechándola en el momento inicial y recurriendo a ella en ciertos momentos del proceso investigador, pero siempre cuidándonos de no caer en un proceder arbitrario o sin fundamento– con el fin de evitar la arbitrariedad y anteponer, más bien, actitudes que nos permitan ser objetivos. Aunque es cuestionable que pueda realmente desaparecer toda traza de subjetividad en la labor de un investigador –al fin y al cabo, este aborda sus preguntas de investigación, sus interrogantes y al mundo en sí mismo desde una postura inevitablemente particular, configurada por sus experiencias y circunstancias vitales–, debemos perseguir activamente la objetividad; se trata de un intento y una voluntad, más allá de su actualización absoluta (2016: 41-42).

Teniendo esta cláusula como base de la construcción del ser del investigador, se dará paso a las cinco virtudes principales que resaltan Fernández y Del Valle como parte del “perfil del buen investigador” (2016: 45). De esta manera, en la tabla 1.2, se muestra cada una de estas virtudes acompañada de una breve síntesis de lo que significa.

Tabla 1.2
Sobre el perfil del buen investigador

Virtud	Síntesis
Rigurosidad	Es seguir a cabalidad la estrategia de investigación tomando en cuenta los elementos y el orden sugerido para su desarrollo. En ese sentido, no significa interrumpir la creatividad ni la originalidad, sino encausarlas, así como ser minucioso y exhaustivo en el avance.
Sentido de la ética	Es no distorsionar la evidencia, los resultados o las ideas ajenas, así como ser transparente en la propia expresión. El enfoque no es persuadir a una audiencia, sino mostrarle, de manera fundamentada, cómo se llegó a determinado conjunto de conclusiones; asimismo, tener el consentimiento informado en investigaciones con personas y seguir la normativa vigente para trato con otros seres.

<p>Curiosidad y originalidad</p>	<p>Es seguir la propia inquietud y dar pie para interrogar la realidad. A partir de ahí, diseñar la investigación para aproximarse a las respuestas buscadas con miras a enriquecer el propio conocimiento y el de la comunidad. Además, es buscar extender el horizonte de lo ya conocido.</p>
<p>Capacidad autocrítica</p>	<p>Es ser consciente de que todo proyecto de investigación es perfectible: con nueva información, un método más efectivo, un análisis más profundo o con otras variables, etc. Además, es saber que no hay resultados definitivos: otra investigación podría producir resultados distintos para un mismo fenómeno e, incluso, contradecir los propios. Es aceptar que, mientras más investigaciones haya sobre un fenómeno, más se contribuye a su conocimiento.</p>
<p>Capacidad de asombro</p>	<p>Es dar rienda suelta a la capacidad para maravillarse, extrañarse y sorprenderse frente a un fenómeno social que llame la atención, de manera de poder enfocarse en él y orientar su indagación interrogativa para conocer y buscar respuestas sobre dicho fenómeno. Es saber que el asombro es necesario para liberar nuevas preguntas.</p>

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 46-49).

Si el investigador en Ingeniería Industrial no es riguroso, ¿cómo espera saber con exactitud qué necesita la organización en que se encuentra en un campo específico de su labor? Si no tiene sentido de la ética, ¿cómo puede esperar no confundir o perjudicar a otros compañeros o colegas o, incluso, a su misma organización? Si no es curioso ni original, ¿cómo espera descubrir nuevas formas de resolver problemas que beneficien a su entorno? Si su capacidad autocrítica es débil, ¿cómo puede pensar en el desarrollo personal continuo? Y si su capacidad de asombro tambalea, ¿cómo espera lograr mayor profundidad en su visión del mundo?

Queda, únicamente, dirigir el enfoque al plano del estudiante de Ingeniería Industrial como investigador según las virtudes que se espera de este. La fuente principal para el siguiente panorama de virtudes se encuentra, principalmente, en la experiencia del dictado y asesoramiento por parte de docentes en los cursos destinados a la elaboración de la tesis para la obtención de la licenciatura. Ciertamente, acompañar a los alumnos y alumnas en el desarrollo mismo de una investigación permite aprender cualidades positivas de su persona, así como identificar vicios en su proceder que perjudican su labor académica. A raíz de ello, en la tabla 1.3 se muestra una serie de virtudes rescatadas desde lo que los propios alumnos y alumnas han mostrado para que sean modelo de aquello con lo que se pretende concluir la respuesta brindada a este subcapítulo.

Tabla 1.3

Virtudes del estudiante de Ingeniería Industrial como investigador

Virtud	Acciones
Capacitación	El estudiante busca capacitarse en aspectos funcionales que realicen un aporte a su investigación. Por ejemplo, se inscribe en los talleres de búsqueda bibliográfica y organización de referencias que ofrece el Sistema de Bibliotecas PUCP.
Revisión bibliográfica	El estudiante se preocupa por diversificar las fuentes que utiliza para su investigación. En ese sentido, no solo presta atención a revistas científicas, sino accede a libros que le puedan proporcionar un conocimiento teórico importante.
Diseño metodológico	El estudiante es puntilloso en el diseño de la metodología para su investigación. Sabe plantear un procedimiento de trabajo que va a guiar su labor y que incluye en detalle todas las herramientas de recojo de datos y análisis que va a emplear.
Responsabilidad	El estudiante es consciente de la responsabilidad que tiene frente a su carrera universitaria y su futuro profesional. Sabe que el trabajo de fin de carrera exige un nivel de dedicación y prioridad, y busca organizarse para darle el merecido tiempo.
Sentido de competencia	El estudiante entiende la competencia con sus colegas de manera sana y provechosa. En ese sentido, sabe que no puede retrasarse en su investigación y se motiva ante el hecho de que él también puede tener un gran desempeño dentro del tiempo disponible.
Motivación	El estudiante inicia su investigación con un elevado nivel de motivación, y se esfuerza por mantenerlo a lo largo del estudio. Sabe que no podría llegar a resultados positivos si suelta las riendas en el camino.
Creatividad	El estudiante hace uso de su creatividad e ingenio para sortear los problemas que se le presentan en el camino, ya sea en la programación de sus actividades semanales durante el semestre como en la manera de lograr sus objetivos de investigación.

Estas cualidades, como es evidente, no solo aplican para un investigador en la etapa de estudiante de la carrera en Ingeniería Industrial, sino en cualquier etapa de su vida profesional. Por ejemplo, ¿no es siempre positivo mantenerse actualizado en el uso de nuevos sistemas de información y bases de datos? ¿O acaso en algún momento deja de ser importante realizar una vasta, pero precisa búsqueda bibliográfica en una

diversidad de medios? Incluso si se va a realizar una investigación, ¿no es necesario mantener la motivación durante la misma, la cual está directamente relacionada con la perseverancia? Será bueno siempre tener en cuenta estas y las demás virtudes que han sido expuestas en este subcapítulo para seguir desarrollando, continuamente, la capacidad investigativa.

1.4. ¿Qué vicios (o errores) son frecuentes en un investigador en Ingeniería Industrial?

Una manera de abordar este subcapítulo sería señalar que los vicios o errores que puede cometer un investigador en Ingeniería Industrial sería debilitarse (*flaquear*) en cuanto a las virtudes que han sido señaladas en el subcapítulo previo. Sin embargo, la pregunta planteada aquí hace referencia a los vicios o errores que se cometen con frecuencia, así que, de la misma manera que en la tabla 1.3, se presenta un listado en la tabla 1.4 que se basa en la experiencia de docentes con alumnos y alumnas sobre su desempeño investigativo.

Tabla 1.4
Vicios (o errores) del ingeniero industrial como investigador

Vicio o error	Acciones
Perseverancia inconstante	El estudiante no mantiene un nivel de esfuerzo y dedicación que le permita avanzar su trabajo de investigación de forma efectiva.
Carencia de sustento académico	El estudiante presenta falencias al sustentar datos o afirmaciones que introduce en su trabajo de investigación y, más de una vez, se queda con valores numéricos que le son entregados a modo de opinión*.
Insuficiente aplicación	El estudiante utiliza un rango limitado de herramientas en la recolección de información, el análisis o la propuesta.
Deficiente priorización	El estudiante decide priorizar otros cursos del semestre o actividades y no dedica el esfuerzo suficiente a su trabajo de investigación. En ese sentido, o bien subestima el trabajo de investigación o bien se resigna a que será una empresa muy difícil de manejar.
Mínimo esfuerzo	El estudiante no presenta un análisis consistentemente elaborado y solo avanza lo que, en su criterio, es lo mínimo razonable para que la investigación sea aceptable.

Asistencia en asesorías

El estudiante no entrega la debida importancia a la posibilidad abierta de contar con un asesor o asesora que guiará su investigación. En ese sentido, peca de individualismo y no asiste a las asesorías programadas, creyendo que su autosuficiencia es omnipotente.

*Sin embargo, cabe señalar que no siempre se cuenta con la accesibilidad para realizar las mediciones que se requieren. En ese sentido, el estudiante deberá considerar solicitar soporte a su asesor, tramitar una carta de solicitud a la Secretaría de la Sección o Facultad o, incluso, cambiar de fuente primaria.

Es un error pensar que un trabajo de investigación está al mismo nivel que las asignaturas de los cursos que se han llevado. Un trabajo de investigación está destinado a ser la compleción de la carrera. Si bien los cursos generan una vasta y diversa gama de posibilidades de acción respecto de situaciones múltiples que se pueden enfrentar como parte del desarrollo profesional de un ingeniero industrial, es en el trabajo de investigación que se realiza un estudio estructurado a conciencia en un determinado tema, donde el estudiante aplica una serie de aspectos –como se verá más adelante en esta Guía– para lograr un objetivo que tiene una relación intrínseca con la realidad, con lo cual no solo es una práctica muy acotada con datos ficticios con el fin de propiciar la enseñanza-aprendizaje. En ese sentido, se hace aun más necesario otorgar una dedicación notoria, constante y organizada al trabajo de investigación finalizado, cuyo mayor rédito a obtener será el inmenso aprendizaje logrado, más que el título profesional.

1.5. ¿Cuáles son las etapas principales de una investigación?

El desarrollo de esta pregunta podrá apreciarse de manera detallada en el resto de la Guía; no obstante, cabe presentar aquí un esquema síntesis de las etapas principales de una investigación en Ingeniería Industrial, enmarcada en la perspectiva académica (como se había señalado, no siempre es posible hacer este tipo de investigación, con todo su detalle, en un medio empresarial). Antes de hacerlo, para responder a una cuestión que había quedado abierta en este capítulo, se debe entender a qué responde la investigación cuantitativa y cualitativa, ya que la investigación en Ingeniería Industrial podría tranquilamente nutrirse de ambas. Para ello, se presenta la tabla 1.5, basada en las definiciones de Hernández, Fernández y Baptista (2010), que muestra un resumen comparativo de ambos enfoques de investigación.

Asimismo, los autores han elaborado una tabla comparativa entre ambos enfoques, clasificada en múltiples categorías, de las cuales se destacan las tres primeras (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 11, Tabla 1.1):

- **Marcos de referencia.** Mientras en el enfoque cuantitativo se trabaja según el positivismo y sus variantes, en el cualitativo se trata de la fenomenología, el constructivismo, el naturalismo y el interpretativismo.
- **Punto de partida.** En el enfoque cuantitativo hay una realidad por conocer, lo cual puede hacerse a través de la mente. En cambio, en el cualitativo, la realidad está por descubrir, construir e interpretar; aquí, “la realidad es la mente”.
- **Realidad por estudiar.** En el enfoque cuantitativo, existe solo una realidad objetiva y el mundo es concebido como externo al investigador. Por el lado del cualitativo, son varias las realidades construidas en la investigación, las cuales varían en forma y contenido entre personas, grupos y culturas.¹

Como se puede ver, los enfoques cuantitativo y cualitativo tienen miradas bastante distintas sobre cómo entender el mundo; sin embargo, no son necesariamente excluyentes, sino que pueden complementarse, como ya se ha señalado antes. Siempre debe evaluarse dónde es más conveniente usar herramientas cuantitativas y dónde cualitativas, lo cual dependerá de las características de la investigación que se esté realizando y en el marco de qué disciplina.

En una disciplina en ingeniería, por lo general, el énfasis se encontrará, principalmente, en lo cuantitativo, ya que su cientificidad, centrada en el positivismo, suele exigir sustentos numéricos para lo que se está defendiendo. No obstante, eso no quiere decir que lo cualitativo deba estar necesariamente excluido: puede ser un magnífico soporte para lograr mayor profundidad en estudios donde las personas tengan una influencia importante sobre lo que se está evaluando. A partir de esto y de los ejemplos presentados en la tabla 1.5, se plantea que un estudio cuantitativo también puede emplearse en realidades sociales (esto se hace mediante encuestas y la consiguiente aplicación de análisis estadístico). De hecho, hay una amplia disputa en el mundo académico sobre la validez de ambos enfoques para estudiar el mundo social en general, pero debe considerarse que responden a objetivos distintos.

¹ Para conocer la tabla completa, ir a Hernández Fernández y Baptista (2010: 11-14).

Tabla 1.5
Comparación conceptual entre los enfoques cuantitativo y cualitativo de investigación

Investigación cuantitativa	Investigación cualitativa
<p>«El enfoque cuantitativo [...] es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de la(s) hipótesis.»</p>	<p>«[En] El enfoque cualitativo [...], en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos [...], los <i>estudios cualitativos</i> pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para refinarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” y no siempre la secuencia es la misma, varía de acuerdo con cada estudio en particular.»</p>
Hernández, Fernández y Baptista (2010: 4)	Hernández, Fernández y Baptista (2010: 7)
Ejemplos	
<p>Una ingeniera industrial desea agilizar los recorridos en una planta de fabricación semi-artesanal de sillas para distintos tipos de uso, donde trabaja. Para ello, considera que puede lograr su objetivo si aplica el <i>método de intensidades de tráfico</i> para la distribución de planta e inicia su investigación. Así, define los aspectos a medir y realiza un diagnóstico de la situación actual. Luego, hace uso de la herramienta para definir una nueva distribución y solicita soporte para su implementación. Vuelve a efectuar las mediciones y descubre que, efectivamente, hubo un cambio favorable en las mediciones de los mismos indicadores. Le corresponde, ahora, determinar, con su capacidad autocrítica, qué tanto aportó la herramienta a la mejora, cómo pudo haberse realizado un mejor diseño, qué otras herramientas pudieron haberse aplicado, cuál es el potencial de la planta para seguir mejorando, qué obstáculos hay, etc.</p>	<p>Un ingeniero industrial que gusta de viajar ha llegado a ser consciente de tres aspectos: en las afueras de la ciudad de Lima y en otras provincias de la región, hay muchos lugares que pueden potenciarse para el turismo; el mercado de personas que gustan de la actividad al aire libre y en zonas de montaña es cada vez más grande; y existe una diversidad de grupos organizados particulares y agencias que hacen convocatorias de viajes con distintos precios y estilos de gestión y que salen a un determinado rango de lugares, pero no necesariamente descollan en alguna característica específica. Entonces, como sabe que las encuestas son estructuradas y, de cierta manera, limitan la creatividad de las personas, decide diseñar un estudio que combine entrevistas a profundidad, grupos focales y observación participante (en viajes), con la finalidad de determinar de qué manera puede crear un servicio que le permita diferenciarse del resto.</p>

Nota. Las negritas que aparecen en las definiciones citadas corresponden a sus autores.

Probablemente, estimados alumnos y alumnas, en la investigación que vayan a realizar, al tratarse de Ingeniería Industrial, vaya a predominar el enfoque cuantitativo. Sin embargo, deben recordar que, en caso vayan a incluir herramientas cualitativas para la recolección y análisis de datos, estas deben utilizarse manteniendo la rigurosidad que toda investigación exige. Como recomendaciones para aspectos de la investigación cualitativa, pueden dirigirse a Hennink, Bailey y Hutter (2011) y a Martínez (2006).

Habiendo presentado el esquema previo, cabe ahora tener en cuenta que las etapas de investigación van a llevar la esencia de *lo cuantitativo y/o lo cualitativo* según sea el diseño que se haya elaborado. De esta manera, se puede pasar a la tabla 1.6, que presenta dichas etapas y una breve descripción de cada una. Sin embargo, debe entenderse que no necesariamente deberá tomarse con rigidez lo expresado allí, y esto se debe a dos motivos:

- En una investigación, no necesariamente las etapas están marcadamente definidas y son prerequisites unas de otras. Algunas veces, y es válido, se presentarán oportunidades para realizar una medición o evaluación que no podrán dejarse de lado. Sin embargo, se recomienda al investigador e investigadora que tengan presente en todo momento el orden propuesto para que mantengan las ideas siempre claras sobre lo que van a efectuar.
- Las descripciones no hacen distinción entre los tipos generales de investigación en ingeniería industrial: el estudio de prefactibilidad, la mejora de procesos y la investigación de operaciones. A pesar de que hay aspectos comunes en las investigaciones, como la formulación, el diseño metodológico y el marco teórico, por ejemplo, en ciertas etapas van a existir variaciones según el tipo de investigación.

Entonces, se debe tener presente que la tabla 1.6 pretende, únicamente, dar una perspectiva panorámica sobre las etapas de investigación, las cuales se desarrollarán más adelante.

Tabla 1.6
Etapas principales de la investigación

Etapa	Descripción
Formulación de investigación	Aquí es donde se definirá el tema de investigación y se delimitará. De allí, se planteará la pregunta o problema de investigación que esta última deberá tratar, y se presentará la hipótesis al respecto. A partir de ello, se elaborarán los objetivos y el esquema de contenidos, y se construirá un listado preliminar de fuentes.
Diseño metodológico	Aquí se diseñará el procedimiento a seguir para desarrollar la investigación: qué fuentes bibliográficas serán el modelo base, cuáles herramientas se utilizarán y cómo se aplicarán, cómo se procesarán y analizarán los datos recolectados, qué técnica se empleará para plantear la propuesta y cómo se evaluará la validez de esta.
Marco teórico	Aquí es donde se complementará el listado de fuentes preparado en la formulación de la investigación con la finalidad de proveer una revisión estructurada y analítica sobre el tema que ya se ha empezado a investigar.
Diagnóstico situacional	Aquí es donde se empezará a ejecutar el procedimiento definido en el diseño metodológico con el fin de recolectar los datos que permitan, mediante el análisis que corresponda, conocer la situación actual sobre la que se propondrá un cambio.
Propuesta de mejora	A partir del diagnóstico situacional y teniendo presentes la hipótesis y los objetivos, se elaborará aquí una propuesta de cambio que permita alcanzar un mejor diagnóstico.
Evaluación económica	Aquí se evaluará la propuesta planteada y su pertinencia para el contexto estudiado. Según el alcance de la investigación y el grado de factibilidad de la implementación, esta evaluación podrá darse a nivel teórico o, además, sobre una base real.
Conclusión	Aquí se sistematizará la investigación y sus resultados en una serie de conclusiones y recomendaciones que permitan entender qué se ha logrado con el trabajo realizado y que podría hacerse a partir de allí.

Como se puede apreciar, todos los elementos de la tabla 1.6 pertenecen a los siguientes capítulos de esta Guía, con excepción del último, la *conclusión*. En sí, luego de haber realizado el estudio completo, el(la) investigador(a) deberá estar en la capacidad de proveer una serie de conclusiones y recomendaciones –que no necesariamente tienen que estar separadas– que representen un cierre del informe, donde se muestre cuáles fueron los principales hallazgos, bajo qué supuestos se

dieron, cuáles fueron los problemas más resaltantes, qué obstáculos se encontraron, qué habría sido positivo para mejorar o ampliar el estudio, qué otras herramientas de trabajo o alcances podrían haberse considerado, y cuáles son los aportes principales.

Si bien el octavo capítulo de esta Guía está destinado a la redacción del informe de investigación, ello no necesariamente implica que, cuando se haya finalizado el estudio, recién sea conveniente empezar a escribir "en limpio" todos los borradores. En realidad, si bien se llegará a proponer un orden recomendado para la redacción final, siempre será una buena práctica que, a medida que se vaya avanzando, el(la) investigador(a) no deje de realizar un intento de ir plasmando la redacción de manera formal de aquello que ya ha realizado. El motivo es que, cuando se hace esto, la persona se fuerza a ordenar sus ideas y a mantener la línea de los alcances predeterminados, así como a darse cuenta del nivel de compleción de sus hallazgos. Asimismo, ello le permitirá despejar su mente y lograr una mayor concentración en etapas o subetapas posteriores. Solo después le tocará hacer una revisión, ampliación, reordenamiento e integración de lo escrito, según sea el caso, para llegar a un punto final.

CAPÍTULO

2

LA PLANIFICACIÓN
DE LA
INVESTIGACIÓN

2.1. Propuesta de investigación

La idea. Sí, en definitiva, ese es el centro de una propuesta de investigación, lo que le da origen. En realidad, una o un grupo de ideas, y estas deben surgir en total “libertad”; es decir, no solo existe una multiplicidad de fuentes que pueden inspirar el surgimiento de ideas, sino que es indudable que no todas las personas que van a realizar una investigación van a coincidir en aquello sobre lo que desean investigar. Necesariamente, hay una influencia de muy diversos factores, como las experiencias vividas, los intereses personales, las oportunidades laborales, la propia formación educativa desde la edad temprana, los contextos socioculturales en que se ha crecido y, en definitiva, la disciplina universitaria que se ha estudiado o que se está estudiando, entre otros. A lo que nos referimos es que el(la) investigador(a) no debe restringir su maravillosa mente al pensar que tal o cual investigación no puede, o no debe, realizarse por tal o cual motivo. Por ejemplo, “esto no será de interés”, “esto no es cuantitativo”, “esto es demasiado abstracto”, “esto no me corresponde como profesional”, y etcétera. Como bien lo señalan Hernández, Fernández y Baptista, “[l]as investigaciones se originan por **ideas**, sin importar qué tipo de paradigma fundamente nuestro estudio ni el enfoque que habremos de seguir” (2010: 26; las negritas son del autor).

Por supuesto, lo anterior es la mirada general desde la que uno debe acercarse a la investigación. No obstante, es imperativo considerar, además, el contexto y el metaobjetivo para el cual se va a realizar una investigación. Si se está estudiando la carrera de Física y se debe realizar una tesis para optar por una licenciatura, pero, paralelamente, se siente pasión por el arte nacional, tampoco es que se va a plantear una tesis relacionada con, por ejemplo, los elementos comunes y su interpretación antropológica en las pinturas del gran artista peruano-indígena de origen huitoto, Rember Yahuarcani, ya que ello pertenecería a otra disciplina. En otras palabras, esa libertad de la que se hablaba muy probablemente tendrá que ser enfocada desde cierta perspectiva, pero no debe dejar de ser *libertad*. Es más, el propio Umberto Eco, en su obra *Cómo se hace una tesis*, incluyó un apartado sobre cómo se puede transformar un tema de actualidad en un tema científico² y lo hizo a través de un ejemplo muy didáctico (que puede leerse en 2001: 51-58).

² Eco es totalmente transparente al señalar que el libro está principalmente dirigido a tesis de doctorado de las facultades de Humanidades; sin embargo, a nivel de criterios, también podría ser útil para tesis de otra naturaleza, que incluyan “algunas facultades científicas” (2001: 15).

Eco también planteó una crítica al entendimiento tradicional que se tiene sobre lo científico: “Para algunos, la ciencia se identifica con las ciencias naturales o con la investigación sobre bases cuantitativas: una investigación no es científica si no procede mediante fórmulas y diagramas [...] Evidentemente, no es este el sentido que se da al término ‘científico’ en la universidad” (2001: 43). Al respecto, como no solo se trata de realizar una crítica sin más, sino también de construir, el autor estableció una serie de requisitos que debe cumplir una investigación para ser científica, los cuales se citan a continuación:

1) La investigación versa sobre *un objeto reconocible y definido de tal modo que también sea reconocible por los demás*. El término objeto no tiene, necesariamente, un significado físico. [...] Definir el objeto significa entonces definir las condiciones bajo las cuales podemos hablar en base a unas reglas que nosotros mismas [sic] estableceremos o que otros han establecido antes que nosotros. [...] 2) La investigación tiene que decir sobre este objeto *cosas que todavía no han sido dichas* o bien revisar con óptica diferente las cosas que ya han sido dichas. [...] 3) La investigación *tiene que ser útil a los demás*. [...] Un trabajo es científico (una vez observados los requisitos de los puntos 1 y 2) si añade algo a lo que la comunidad ya sabía y si ha de ser tenido en cuenta, al menos en teoría, por todos los trabajos futuros sobre el tema. [...] 4) La investigación *debe suministrar elementos para la verificación y la refutación de las hipótesis que presenta*, y por tanto tiene que suministrar los elementos necesarios para su seguimiento público. [...] (Eco 2001: 43-46, las cursivas son del autor).

En cuanto a este panorama sobre la *libertad propositiva* y la *cientificidad*, cabría preguntarse lo siguiente: ¿y ahora qué se hace con la *idea*? La respuesta inicia con una frase sencilla: planificación de la investigación. Se recogen aquí las provocadoras preguntas de Fernández y Del Valle en referencia a quien se cuestiona por este asunto: “¿Por qué pensar en lo que vamos a hacer antes de hacerlo? ¿Por qué pensar primero en planificar una investigación y no, más bien, comenzar rápidamente a leer y a escribir sobre lo que nos interesa conocer?” (2016: 80). La respuesta que los mismos autores brindan es contundente y se presenta, esta vez, en la tabla 2.1 en forma de citas separadas.

Tabla 2.1**¿Por qué la planificación de la investigación?****Estimados alumnos y alumnas, investigadores e investigadoras:**

«[U]n trabajo de investigación académica es tanto una aventura intelectual como una construcción elaborada y meditada. El equilibrio entre ambas actitudes es uno de los requisitos fundamentales para el éxito de un trabajo académico y científico.»

«Necesitamos, pues, creatividad, libertad y soltura intelectual, pero, también, planos y rutas [...] Eso manda la prudencia y el sentido orientado a logros, dos virtudes intelectuales sin las cuales no hay progreso real [...]»

«La planificación nos permite trazar una ruta atinada y hacer, por tanto, un uso eficiente de nuestros recursos, incluido el tiempo de que disponemos para arribar a nuestro destino, que es siempre finito.»

«[La investigación académica] debe ser una obra integral en la que todos los componentes se encuentren competentemente conectados entre sí dentro de un bloque conceptual coherente [...]»

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 80-81).

Como se ha podido observar, la planificación de la investigación tiene dos objetivos centrales: por un lado, efectuar una gestión eficiente de los recursos disponibles (sobre todo, el tiempo) y, por otro, proporcionar una estructura que permita canalizar la creatividad intelectual de manera que se puedan alcanzar los objetivos de la investigación mientras se mantiene la cientificidad del trabajo. Es muy importante proveer un orden para lo que se está haciendo y no es razón para sentirse preocupado u ofuscado por creer que los procesos de pensamiento están siendo limitados. En realidad, estos procesos siempre van a estar presentes en todo momento del día a día del(la) investigador(a): mientras camina por la calle, asiste a una clase, disfruta de un viaje, almuerza fuera de casa, etc. De ninguna manera se están restringiendo las ideas, sino todo lo contrario: una vez que las ideas están allí, rebosantes en la mente, la planificación (y su consiguiente ejecución) ayuda a organizarlas, filtrarlas, depurarlas y desarrollarlas según lo que se está tratando de lograr con la investigación.

Entonces, nada más queda pasar a los elementos principales que componen una propuesta de investigación –resultado de la planificación– y que se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2
Partes de una propuesta de investigación

Título tentativo	Es el título de la investigación que se propone para proveer una identificación inicial. No necesariamente se tratará del título definitivo.
Tema	Es el asunto sobre el que se desarrollará la investigación. No se trata de un eje temático amplio donde se podría situar la investigación, sino su especificidad y alcance.
Problema de investigación	Es aquello que se desea conocer, verificar o ampliar, y que guía las indagaciones investigativas.
Hipótesis	Es la respuesta tentativa o aproximación inicial que se plantea para el problema de investigación.
Objetivos	Son tareas investigativas delimitadas que permiten responder metódicamente al problema de investigación.
Esquema de contenidos	Es la estructura de capítulos y subcapítulos que se propone para dar forma a la investigación que podrá ser afinada durante el avance de esta.
Bibliografía preliminar	Es el listado inicial de fuentes que se propone como soporte teórico y metodológico para la investigación. De la misma forma, podrá ser afinada y ampliada durante la realización de esta.

Adaptado de Fernández y Del Valle (2016).

El esquema propuesto en la tabla 2.2 puede ser acompañado de un cronograma de trabajo basado en el esquema de contenidos, de manera que se pueda enfocar la investigación como un proyecto con fecha de inicio y fin, estructura de precedencias, duraciones y recursos, detalles que los futuros ingenieros e ingenieras industriales deben conocer muy bien. Asimismo, para la disciplina que se convoca, la Ingeniería Industrial, no siempre será necesario plantear una hipótesis para la investigación; esto dependerá del eje temático dentro de la disciplina, del tema de investigación y de si existe el requisito (o la recomendación) de incluirla. Por ejemplo, en el caso de un alumno que esté desarrollando su tesis, tendrá él la oportunidad de discutir el asunto con su asesor o asesora de tesis, quien le brindará un mejor panorama, para el tema específico, sobre la necesidad o no de una hipótesis. No obstante, en cualquier caso, si la redacción del problema de investigación, la introducción o el marco teórico lo permiten, podrá interpretarse de la lectura una idea de la hipótesis de dicha investigación cuando no esté identificada explícitamente.

En los siguientes subcapítulos se desarrollarán los elementos de la tabla 2.2.

2.2. Delimitación del tema

Se ha visto que una propuesta de investigación surge a partir de una idea, la cual podría tener que enmarcarse en un contexto determinado y, definitivamente, delimitarse. Para entender el porqué, se debe pensar en las fuentes desde donde pueden surgir las ideas. En realidad, no se habla de una realidad finita, ¿verdad? Una idea puede surgir desde una lectura exhaustiva de artículos científicos sobre un tema interesante o, sencillamente, aparecer en la mente una mañana al despertar, luego de haber dormido bien la noche y madrugada anteriores, y constituirse en el inicio de la organización de la investigación. ¿Por qué es que esto sería posible? Porque lo que se es y se ha aprendido hasta cualquier punto de la vida no deja de ser parte de ese bagaje intelectual e, incluso cuando no se está pensando en algo conscientemente, ello no implica que el cerebro haya dejado de trabajar.

Ahora bien, en estos dos ejemplos que parecen dos extremos de un mismo espectro, ¿se puede decir que la idea surgida en el primer caso es mejor que la surgida en el segundo? Pues, no necesariamente: “[L]as fuentes que originan las ideas no se relacionan con la calidad de estas. El que un estudiante lea un artículo científico y extraiga de él una idea de investigación no necesariamente significa que esta sea mejor que la de otro estudiante que la obtuvo mientras veía una película o un partido de fútbol de la Copa Libertadores” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 26). Quizás se podría decir que, en el primer caso, la idea se pudiera presentar en un inicio con un mayor nivel de delimitación que en el segundo, sin embargo, en el momento de su surgimiento, no existen motivos para afirmar que una es mejor que otra. Es más, ¿bajo qué criterios sería? El éxito de una investigación dependerá de múltiples factores, uno de los cuales será la manera como se haya definido el tema de investigación a partir de la idea o ideas iniciales.

¿Cómo puede encontrar un estudiante en Ingeniería Industrial una idea para su investigación?

Más allá de los canales más clásicos, como leer libros temáticos o artículos sobre investigaciones y ver de qué manera se puede replicar lo allí escrito en algún contexto local, quizás por medio de la adición de nuevas técnicas o modificando otras o, simplemente, por medio de la solicitud de asesoramiento a algún profesor o profesora, el estudiante puede adoptar una postura diferente respecto de cómo observa su entorno en el transcurso de sus días, lo cual implica adoptar una *postura crítica*.

Esta no implica una actitud insidiosa de “atacar” todo lo que se ve, sino tratar de entender la razón de los sucesos sin dar nada por sentado y ver qué alternativa podría tomarse para cambiar las cosas. Por ejemplo, si parte de mi día a día es pasar por una serie de avenidas en donde el congestionamiento

vehicular se hace insufrible, quizá me interese plantear una investigación al respecto.

Se podría empezar a identificar, de esta manera, cuáles son los cuellos de botella en ese tramo, en qué momentos del día (y qué días) se hace más intenso, cuál es la situación en los alrededores de esas avenidas, cuáles son los tiempos que están dando los semáforos en verde y en rojo, qué tipos de vehículos transitan por esas avenidas, cuánto flujo de gente existe en diferentes horarios, qué tanto control policial de tránsito se destina a los cruces, cuánto tiempo se pierde en determinados tramos, cuáles son las posibilidades de descongestión, qué otros factores influyen en el problema (como carriles ocupados por vehículos que quedan estacionados), etcétera.

Por supuesto, cada una de estas características implica una serie de mediciones que deberán entregar datos ilustrativos sobre el estado actual de la situación. A partir de aquí, se podría acompañar la investigación con algunas entrevistas estructuradas a planificadores urbanos, policías de tránsito y representantes de desarrollo urbano de las municipalidades implicadas, donde se recoja su visión sobre las causas del congestionamiento y qué se está haciendo al respecto, cuando corresponda, así como qué posibilidades hay para proponer planes de acción. Finalmente, se podría diseñar un modelo matemático (optimización de tiempos de programación de semáforos, por ejemplo) con un objetivo específico, para ver qué resultados podrían obtenerse de manera teórica, ya que no necesariamente la propuesta va a ser implementada en la ciudad para que se pueda terminar la investigación con datos reales. Al menos, no en ese momento.

Lo que sí se puede hacer es dividir las entrevistas: algunas antes o durante el trabajo de campo y, otras, luego (o durante) la propuesta, a manera de validación respecto de su factibilidad. Por supuesto, las propuestas tienen que estar aterrizadas a lo real y concreto, no plantear “grandes sueños”. Por ejemplo, si lo que se va a proponer es construir varios niveles de una ciudad aérea, mejor simplemente se dice y no se hace ninguna investigación. Una recomendación para la propuesta es considerar que se tiene bajos recursos y con eso hay que operar o que, incluso, no se tiene recursos adicionales y se debe trabajar con los existentes. Ello hasta podría impulsar la creatividad propositiva.

En resumen, para un ingeniero o ingeniera industrial, se trata de identificar problemas u oportunidades de cambio positivo cuya atención vaya a beneficiar a un conjunto de personas o que vaya a generar beneficios para una o más organizaciones. Se parte de que toda idea puede desembocar en una propuesta de investigación, todo depende de cómo se la conciba y se la trabaje.

Se debe tomar en cuenta, por otro lado, que una idea por sí sola no hace una investigación. Como señalan Labovitz y Hagedorn (1981), “cuando una persona desarrolla una idea de investigación debe familiarizarse con el campo de conocimiento donde se ubica la idea” (citado en Hernández, Fernández y Baptista

2010: 27). De acuerdo con el ejemplo anterior, hay una inmensa diferencia en decir “deseo mejorar el tránsito” y decir “deseo disminuir el tiempo perdido entre los puntos A, B, C y D, pertenecientes a la ciudad de Lima, en el periodo horario de 6:00 p. m. a 8:00 p. m., en día de semana, mediante la reprogramación de semáforos, la colocación estratégica de policías de tránsito y el redireccionamiento de carriles”. En realidad, lo anterior está señalado para que pueda notarse la importancia de la delimitación, sin que el segundo enunciado sea el “modelo” que haya que seguir. Si bien no siempre una idea inicial es tan vaga, incluso si la persona está rebotante de *sub-ideas* que quisiera utilizar para trabajar su idea principal, de todas maneras, se requiere una investigación preliminar para poder filtrarlas, reducir la indefinición, evaluar su novedad, descubrir nuevos detalles y desencadenar nuevas *sub-ideas*, ¡o también cambiar la idea principal!

La tabla 2.3 recoge los cuatro criterios que ofrecen Hernández, Fernández y Baptista (2010) para la generación de ideas; sin embargo, es mejor entender estos cuatro criterios como aquellos que hacen más atractiva una idea para investigar.

Tabla 2.3
Las buenas ideas de investigación

1	<p>“Las buenas ideas intrigan, alientan y excitan al investigador de manera personal”</p>	<p>Indudablemente, y esta es una recomendación muy fuerte, se debe gustar de la idea de investigación a tal punto que uno se pueda enamorar de ella, y no en sentido metafórico. Hay que recordar que se estará muchos meses involucrado con la investigación. Si uno, realmente, no se siente atraído hacia la idea, su motivación decrecerá en el camino y no se sentirá compelido a necesariamente llevar el objetivo principal hasta el final. Si el(la) lector(a) es estudiante, se recomienda no hacer una tesis únicamente por obtener el título.</p>
2	<p>“Las buenas ideas de investigación ‘no son necesariamente nuevas, pero sí novedosas’”</p>	<p>La palabra innovación puede tener múltiples interpretaciones: puede emplearse tanto a nivel coloquial como académico, así como también desde contextos organizacionales. Aquí, los autores se refieren a tres aspectos: actualización de estudios previos, adaptación de estudios en contextos diferentes y conducción de planteamientos desde “nuevos caminos”. Se puede ver de la siguiente manera: ni nosotros mismos somos <i>nuevos</i> en cuanto especie, ya que los seres humanos ya existían antes de nuestro nacimiento, pero sí somos nuevos en cuanto a la conjunción de factores que nos definen: lo que hemos estudiado, lo que hemos vivido, nuestro árbol genealógico, y etc., lo cual determina formas propias de pensar e interpretar el mundo.</p>

3	<p>“Las buenas ideas de investigación pueden servir para elaborar teorías y solucionar problemas”</p>	<p>En esta parte los autores hablan de formular, integrar o probar teorías, generar nuevos métodos de recolección y análisis de datos y resolver problemas. Por supuesto, si se piensa desde la Ingeniería Industrial, en cualquiera de estas situaciones se requerirá uno o más casos de prueba que impliquen la recolección de mediciones y que se relacionen con el ámbito de esta disciplina.</p>
4	<p>“Las buenas ideas pueden servir para generar nuevos interrogantes y cuestionamientos”</p>	<p>En definitiva, el conocimiento no es finito; por lo general, en el mundo de las ingenierías se piensa en situaciones concretas que requieren de soluciones concretas. Sin embargo, el alcance disciplinario puede ir mucho más allá y esto se realiza por medio del análisis de sensibilidad en el amplio sentido del término: si la solución A tuvo buen resultado para la situación X, ¿qué otras variantes de A podrían funcionar para X? ¿Y si se tienen otras variantes de X?</p>

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 29-30).

Una idea puede conducir a otra, y esta, a su vez, a otra, y así sucesivamente hasta terminar en un mar de ideas de distintas formas, tamaños y colores, que no necesariamente deben –ni pueden– incluirse todas para la investigación. Es lo que señala Eco en su distinción entre “tesis panorámica” y “tesis monográfica”: “es mejor que la tesis se asemeje más a un ensayo que a una historia o a una enciclopedia” (2001: 30). Es más, dicho autor agrega que la delimitación no implica que el autor de la tesis esté necesariamente desconectado del panorama. Es más, necesita tenerlo presente para poder enfocar mejor el contexto de su tema (Eco 2001: 29).

Se debe tener presente, no obstante, respecto del surgimiento de las ideas, que estas no necesariamente brotan en la mente como por arte de magia, sino que, muchas veces, se trata de “preguntas silenciosas” que surgen en las reflexiones cotidianas sobre por qué y cómo se da tal o cual fenómeno. Estas preguntas no necesariamente aparecen “verbalizadas” en la mente, sino en la forma de un deseo de saber más sobre un tema, ya sea en profundidad o de manera superficial, pero es justo allí que se encuentra el punto de quiebre entre el momento actual y la investigación que se estará terminando de aquí a uno o dos años, es la curiosidad sin la cual no existiría el deseo de conocer. Es más, la curiosidad es innata, ya que, desde que se nace, se necesita entender qué es aquello que los sentidos están percibiendo o para qué sirve, y eso es símbolo vívido de esta cualidad tan hermosa. En ese sentido, como señalan Fernández y Del Valle respecto del proceso investigativo, se establece lo siguiente:

[L]as preguntas que dan inicio a nuestras primeras motivaciones provienen de la curiosidad por conocer y entender algo que llama nuestra atención: tenemos a la mano nuestro propio interés por el asunto en que se encuadra la situación o fenómeno que nos llama la atención, pero no podemos dar aún debida cuenta

de una respuesta sobre por qué ese asunto o situación es así. [...] Expandiendo un poco más la idea [de Aristóteles sobre el verbo *thaumátsein*], podemos extender su alcance a cualquier forma de reflexión que emerge en nuestra mente, impulsada por la curiosidad suficiente para llevarnos a descubrir y buscar comprender el porqué de algo que nos ha llamado la atención (2016: 83).

Se había mencionado que, en el proceso natural o dirigido del surgimiento de ideas, se podría llegar a navegar en un mar de ideas sin llegar a un tema concreto de investigación. En ese sentido, es una buena práctica escribir en papel lo que está en la mente; de esa manera, las ideas o preguntas dejan de rondar en los pensamientos con un ruido innecesario que podría mortificar la concentración. Una vez en el papel, será bueno organizarlas por posibles temas y similitudes y en esta tarea, seguramente, surgirán nuevas ideas que también deberán ser colocadas. En este punto, se debe evitar dar una forma correcta a las ideas o preguntas, tan solo habrá que colocarlas (incluso se puede conversar con otras personas, mostrarles la matriz y recabar más ideas relacionadas con lo que allí está escrito); el afinamiento llegará después.

Es ahora que llega el momento de evaluar lo plasmado respecto de dos ejes principales: primero, aquel tema que sea el que más atraiga e interese y, segundo, que sea viable de investigar. En el primer caso, se trata de seleccionar el tema que se constituya como el “referente de interés”, es decir, el “asunto preliminar de investigación, y [definirlo] como el objeto preciso y específico sobre el cual va a plantearse y desarrollarse [la] investigación” (Fernández y Del Valle 2016: 84). En el segundo, considerando que una investigación implica “sustentar o fundamentar con rigor nuestra posición intelectual, debe existir a nuestra disposición una suficiente cantidad de fuentes de consulta, especializadas y confiables, sobre dicho tema” (Fernández y Del Valle 2016: 85), así como el acceso, o posible acceso, a las fuentes de recolección de datos de mediciones, como, por ejemplo, el permiso de ingreso a una planta de fabricación para un estudio de mermas. En pocas palabras, el proceso investigativo no solo debe ser una motivación, sino ser factible de realización³.

Desde aquí, ya se tiene un primer indicio no solo sobre *qué* elegir, sino también *hasta dónde llegar* con lo elegido según una serie de restricciones. En ese sentido, estas restricciones se relacionan con cuatro criterios de delimitación: el temático, el espacial, el temporal y el de recursos disponibles (Fernández y Del Valle 2016: 85). En la tabla 2.4, se muestra una breve reseña de cada uno de estos criterios.

³ Aquí entra en juego al alcance de dicha factibilidad. Para un estudiante de pregrado, ese alcance deberá ser determinado con el soporte de su asesor o asesora de tesis.

Tabla 2.4
Criterios de delimitación del tema

<p>Criterio temático</p>	<p>“Permite identificar y establecer el eje de la investigación”</p> <p>Se debe retomar el asunto de la lluvia de ideas; para delimitar, se tiene que escoger, no hay otro camino, y no solo el tema en el que se quiere profundizar, sino aquellos otros aspectos que acompañarán a ese tema. Todo esto significa que otros aspectos deberán quedar de lado. Se recomienda ser drástico aquí, ya que una investigación se trata de profundizar, no de hacer una enciclopedia. Además, uno no debe preocuparse por lo que quede de lado: en el transcurso de la investigación es posible que se vea la necesidad de retomar aspectos que se había dejado de lado y dejar de lado otros que se había considerado al inicio. Se debe recordar que uno de los factores fundamentales de toda investigación es el hecho de empezar.</p>
<p>Criterio espacial</p>	<p>“Determina un marco geográfico referencial del fenómeno por estudiar”</p> <p>Este criterio responde a la pregunta sobre en dónde se encuadra el tema por investigar; sin embargo, es crucial entender que no se trata de una lista de verificación que la definición del tema deba cumplir. Es del tema elegido que se debe decidir si ese “dónde” es necesario o no, de allí se desprende en caso llegue a ser necesario. En la Ingeniería Industrial, es común incluir el criterio espacial en la delimitación del tema; por ejemplo, si se está planteando un proyecto de prefactibilidad, es necesario señalar en dónde se realiza el estudio. Un mismo producto o servicio puede tener aceptaciones distintas en diferentes partes del país o en una misma ciudad o en diferentes sectores socioeconómicos. Asimismo, si se va a hacer una mejora de procesos, el criterio espacial estará incluido en la forma de la organización (o tipo de organización) donde se efectúa dicha mejora.</p>

<p>Criterio temporal</p>	<p>“Define el momento preciso del fenómeno que queremos estudiar”</p> <p>Este criterio, al igual que el espacial, también debe desprenderse del tema a profundizar. Aquí, se responde a la pregunta de cuándo o en qué periodo es que se enmarca la investigación. Los tiempos pueden delimitarse tanto a nivel macro, meso o micro, y cada periodo podrá tener sus propias características. En las ingenierías, por lo general, no se trabaja con este criterio de delimitación, o, visto de otra manera, queda implícito; es decir, lo que prima es que la investigación debe basarse en la actualidad. Se hace un diseño ingenieril para ahora, para esta época, para esta actualidad, para estos días e, incluso, para el futuro cercano; sin embargo, ello no implica que no se pueda trabajar con data histórica. Si el enfoque es en la ingeniería industrial y se desea hacer un estudio predictivo mediante regresión estadística sobre las precipitaciones en distintos puntos de la sierra y en momentos diferentes en el año, probablemente se deba incluir en la delimitación cuál es el rango de la data en la cual uno se basa. Por el contrario, si se desea hacer un estudio cualitativo sobre la evolución de la industria de los carros, se podría seleccionar un cierto periodo, como el siguiente: de 1950 al 2000, 50 años de crecimiento.</p>
<p>Criterio de recursos disponibles</p>	<p>“Recursos materiales con los que contamos para realizar la investigación”</p> <p>Este no es un criterio menor, es más, probablemente es el más importante: la logística de la investigación, ¿podrá llevarse a cabo o no? ¿O lo que se está planteando como tema se trata solo de buenas intenciones? La logística es la rama que permite que un proceso pueda darse y siempre está presente. Mientras se escriben estas palabras, se observa una oficina, se emplea una silla, hay un agradable viento que entra por la ventana, hay una laptop al frente, se tienen documentos abiertos a alrededor, un cuaderno, útiles para el trabajo, etc. No es solo es pensar y escribir: en una investigación, la logística es de la mayor consideración. Si se necesita viajar para recabar datos, ¿se tiene el presupuesto necesario? Si se necesita emplear un determinado software, ¿lo tienen instalado en la universidad? Si se está haciendo una tesis y se necesita asesoría especializada, ¿está disponible un profesor o profesora que pueda orientar? Puede haber muchas preguntas de este tipo. La preparación de la logística es un aspecto que debe tenerse siempre presente.</p>

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 86-93).

A partir de lo expuesto, en la tabla 2.5 se muestran 10 ejemplos de títulos de tesis de licenciatura de Ingeniería Industrial publicadas en el Repositorio digital de tesis PUCP y se señala, solo si ha sido el caso, el criterio que se presenta como claramente identificable.

Tabla 2.5
Tesis publicadas en Ingeniería Industrial y criterios de delimitación

Título de tesis	Criterios incluidos
Estudio de prefactibilidad para la elaboración de derivados de malta de kiwicha y cebada, enfocado en la producción de cerveza artesanal y galletas orgánicas	-
Estudio de prefactibilidad para la producción, distribución y comercialización de bocaditos chinos-peruanos en Lima Metropolitana	Espacial (geográfico)
Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de prendas de vestir para bebés y niños en el mercado de Lima Metropolitana y Francia	Espacial (geográfico)
Elaboración de un simulador para el sistema de atención a emergencias brindada por el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú aplicado en Lima y Callao	Espacial (geográfico)
Propuesta de mejora de procesos de un canal remoto para la atención de productos al segmento de clientes especiales en una empresa bancaria	Espacial (organizacional)
Estudio de prefactibilidad de una empresa productora de sales de calcio a nivel nacional	Espacial (geográfico)
Estudio de prefactibilidad de la creación de una cadena de veterinarias en Lima Metropolitana	Espacial (geográfico)
Estudio de prefactibilidad para la producción de bebidas RTD (Ready to Drink) para el consumo a base de frutos promisorios nacionales	-
Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de bebidas elaboradas con hierbas medicinales endulzadas con estevia para el mercado de Lima moderna	Espacial (geográfico)
Análisis y mejora de procesos de graneles en silos en un operador logístico aplicando herramientas de Lean Manufacturing	Espacial (organizacional)

Como se puede ver en esta pequeña muestra, al menos a nivel del título, no se ha considerado explícitamente el criterio temporal y el espacial no está en todos los

casos; sin embargo, ello no quiere decir que, como parte del tema, no se haya considerado alguno de estos criterios o ambos. Por ejemplo, en el primer caso, se habla de la “elaboración de derivados de malta de kiwicha y cebada”, pero no desde una organización específica ni tampoco para qué mercado. Por supuesto, se menciona la “producción de cerveza artesanal y galletas orgánicas” y, en ese caso, se puede pensar en todo el Perú y, quizás también, todo el mundo. No es la idea de una delimitación, pero, una vez más, se trata del título.

Justamente, para Fernández y Del Valle, no es lo mismo delimitar un tema que escoger un título para la investigación: “[...] no hay que confundir ambas cosas, aunque los enunciados respectivos apuntan al mismo lugar temático. Son dos momentos de un mismo proceso” (2016: 93). Se podría pensar que el título de una investigación, si bien no debe carecer de especificidad, puede representar una especie de síntesis del tema. En algunos casos, además, podrá darse que no haya variación entre título y tema; no obstante, hay que diferenciar bien lo siguiente: “El enunciado del tema delimita un área de investigación y el enfoque prioritario que se adoptará. Su finalidad es metodológica. El título es el nombre asignado al trabajo de investigación. Su propósito es interesar a los lectores potenciales. Debe revelar claramente el tema de investigación” (Fernández y Del Valle 2016: 94). De esta manera, ya se puede hablar de una investigación delimitada y titulada, la cual se constituye como la base para seguir desarrollándola⁴.

2.3. La pregunta o problema de investigación

Habiéndose formado ya el tema de investigación, se necesita ahora el impulso que lleve a pasar a la acción. A partir del tema, ¿qué es finalmente lo que se desea saber, lo que se desea responder y cuál es el primer paso para empezar la indagación? Como bien lo indica el título de este subcapítulo, se necesita que la pregunta o problema de investigación esté enmarcado en el tema de investigación. “Seleccionar un tema o una idea no lo coloca inmediatamente en la posición de considerar qué información habrá de recolectar, con cuáles métodos y cómo se analizarán los datos que se obtengan. Antes de ello, se necesita formular el *problema específico* en términos concretos y explícitos, de manera que sea susceptible de investigarse con procedimientos científicos (Selltiz *et al.*, 1980)” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 36; cursivas colocadas por el autor). La pregunta o problema de investigación -que a partir de ahora se llamará, únicamente, “pregunta de investigación”- es la que establece el punto de partida y muestra el camino a seguir, debido a que, de un mismo tema, podría obtenerse más de una pregunta que conduzca por caminos diferentes hacia la realización de investigaciones diferentes. En simple, si el tema es

⁴ Debe recordarse que este desarrollo podría llevar a ajustar nuevamente el tema y, por consiguiente, el título. Recordar, también, que el desarrollo ya implica la profundización misma del tema y que es allí donde se va descubriendo nuevos detalles a los que no se podrá ser indiferente.

un estudio sobre la pobreza en una región del norte del Perú en los últimos diez años, se podría investigar el impacto de esa pobreza materialmente y en salud en determinadas comunidades, el trabajo en políticas públicas por parte del gobierno y evaluar su eficacia, las formas de organización comunitaria para enfrentar la situación, etc. ¿Qué es lo que se desea conocer? ¿Por dónde se va a ir?

Hernández, Fernández y Baptista, basándose en Kerlinger y Lee (2002), proponen tres criterios para plantear lo que llaman el *problema de investigación cuantitativa*:

1) El problema debe expresar una relación entre dos o más variables. 2) El problema debe estar formulado como pregunta, claramente y sin ambigüedad; por ejemplo, ¿qué efecto?, ¿en qué condiciones...?, ¿cuál es la probabilidad de...?, ¿cómo se relaciona con...? 3) El planteamiento debe implicar la posibilidad de realizar una prueba empírica, es decir, la factibilidad de observarse en la "realidad única y objetiva" [...] [E]l enfoque cuantitativo trabaja con aspectos observables y medibles de la realidad (2010: 36).

Se debe recordar que el enfoque principal de investigación en Ingeniería Industrial es el cuantitativo, el cual puede enriquecerse por medio de la utilización de herramientas cualitativas y no es poco común que estas suelen ser cruciales a nivel empresarial y organizacional. Muchas evaluaciones de nuevos productos o servicios pasan por entrevistas con clientes o posibles clientes o grupos focales donde los consumidores pueden expresar abiertamente su opinión sobre dicho producto o servicio. En un informe técnico sobre el mantenimiento que se realizó a algún equipo (un cargador frontal, por ejemplo) suele incluirse la narración de las pruebas realizadas y los resultados obtenidos en orden, y se acompaña con fotos, todo lo cual es una versión adaptada de herramientas cualitativas. En este sentido, si bien se esperará que pueda mostrarse (como parte del informe de investigación en Ingeniería Industrial) sustentos numéricos según las técnicas que se hayan empleado de la disciplina misma, el ingeniero no debe olvidar que hay mucha riqueza de contenido que se puede obtener utilizando el enfoque cualitativo donde sea conveniente⁵. De ahí el enfoque en esta sección del libro de Hernández, Fernández y Baptista (2010), dirigida a la investigación cuantitativa, si bien no será de manera exclusiva. Justamente, en este aspecto, los autores señalan que el planteamiento del problema de investigación cuantitativo tiene cinco elementos, los cuales se muestran en la tabla 2.6.

Como se ve en la tabla 2.6, las preguntas de investigación se han colocado como una parte de la definición del problema de investigación, mientras que en esta Guía

⁵ Se incluyen estas aclaraciones por la amplia cultura de no reconocimiento que ha existido en las ciencias e ingeniería respecto del enfoque cualitativo; sin embargo, por más que haya sido así, ese enfoque siempre ha estado presente. Esto es por la sencilla razón de que gran parte de la ingeniería, al menos, sea en la disciplina que fuere, incluye la interacción con personas, de alguna u otra manera, como aspecto fundamental. Entonces, recoger su palabra no puede reducirse a únicamente números, el sesgo sería muy grande.

se considera a la pregunta y al problema como equivalentes. Esto no debe causar confusión, lo que interesa es que se pueda tener acceso a un mayor nivel de detalle sobre el entendimiento de los aspectos que deben considerarse al desarrollar una investigación y, en ese sentido, se plantea el camino expresado en esta Guía.

Tabla 2.6
Elementos del planteamiento del problema de investigación cuantitativo

Objetivos de la investigación	Preguntas de investigación	Justificación de la investigación	Viabilidad de la investigación	Evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema
Dirigidos a resolver un problema en especial, probar una teoría o aportar evidencia empírica en su favor	Deben resumir lo que habrá de ser la investigación. Están relacionadas con sus respectivos objetivos	Conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico, utilidad metodológica	Disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales que determinarán los alcances	¿Qué más se necesita saber? ¿Qué falta estudiar? ¿Qué no se ha considerado? ¿Qué se ha dejado de lado?

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 36-42).

Cabe resaltar, también, los cinco requisitos que mencionan León y Montero (2003), que deben cumplir las preguntas de investigación: Que no se conozcan las respuestas [...]; Que puedan responderse con evidencia empírica [...]; Que impliquen usar medios éticos; Que sean claras; Que el conocimiento que se obtenga sea sustancial [...] (citados en Hernández, Fernández y Baptista 2010: 39).

No solo deben las preguntas –que, por supuesto, pueden ser más de una, según la necesidad de definición– mostrar el camino a seguir, sino que deben cumplir ciertas consideraciones que le den validez intelectual, científica y social a la investigación: las preguntas de investigación no son solo una formalidad, sino constituyen una necesidad. Es motivador leer a Fernández y del Valle cuando dicen: “La búsqueda de saber siempre es un horizonte intermedio, un estado entre plenitud y carencia. Preguntamos para ampliar nuestro horizonte de saber, y mientras más sepamos, más preguntas se abrirán, más complejas, más atrevidas, más retadoras. Y, si miramos atrás, nos daremos cuenta de que ya no somos los mismos de antes” (2016: 95). El camino del saber es amplio y sin límites. Mientras más crece el compromiso por conocer, más se descubre la vastedad del mundo y se adopta una postura de humildad, que no tiene que ver con la reducción de la seguridad en un mismo, sino todo lo contrario: el suelo se hace más firme y se avanza con mayor decisión y un panorama más amplio.

Se había dicho que, para la investigación, no solo puede plantearse una pregunta. Asimismo, de la tabla 2.6 se extrae que las preguntas están relacionadas con sus respectivos objetivos. Para esta Guía, se propondrá, primero, pensar en la o las preguntas de investigación y, posteriormente, en la definición de objetivos, donde estos deberán guardar relación con las primeras. Sin embargo, cuando se requiera plantear más de una pregunta, sí se recomienda que exista una como eje principal para la investigación, una que pueda, en la medida de lo posible, englobar a las demás (Fernández y Del Valle 2016: 96); ya después podrán añadirse preguntas dirigidas hacia aspectos específicos adicionales. El motivo de hacerlo así es contribuir a mantener una dirección durante la investigación y ser más resistentes, intelectualmente hablando, al desvío del camino hacia aspectos temáticos colaterales (incluso, sin que dejen de estar relacionados con el tema principal).

Finalmente, en el primer capítulo se indica que, básicamente, las investigaciones en Ingeniería Industrial podían agruparse en tres grandes categorías: la mejora de procesos, el estudio de prefactibilidad y la investigación de operaciones (optimización matemática). Indudablemente, las preguntas de investigación van a variar intrínsecamente según cada una de estas categorías. Por lo tanto, no se quería cerrar el subcapítulo sin antes proporcionar, en la tabla 2.7, un esquema explicativo que pueda utilizarse para plantear preguntas de investigación según la categoría de investigación donde se pueda ubicar el trabajo por realizar. No se pretende que el esquema sea un modelo único ni exhaustivo, pero sí una entrada clara para entender mejor la forma de direccionar las preguntas de investigación.

Tabla 2.7
Propuesta de esquema para plantear preguntas de investigación en Ingeniería Industrial

Mejora de procesos	Objetivo	Elevar el grado de eficiencia y/o eficacia en uno o más procesos al interior de una organización, mediante la aplicación de una o más herramientas que aborden los procesos directa o indirectamente.
	Limitaciones	No necesariamente se implementará la propuesta de mejora, por lo que el beneficio podría tratarse a nivel teórico. Se recomienda que el(la) investigador(a) sea parte de la organización o, al menos, tenga acceso a esta lo suficiente como para aplicar las herramientas de diagnóstico necesarias.
	Formas de pregunta	¿Cuánta eficiencia se puede lograr con la aplicación de...? ¿Cuál es el impacto de implementar la técnica de...? ¿Qué herramientas generarían el mayor beneficio para...?

Estudios de prefactibilidad	Objetivo	Evaluar financieramente la posibilidad de éxito de un producto o servicio, o un conjunto de productos o servicios, a manera de novedad, en un entorno determinado.
	Limitación	No necesariamente se desarrollará el proyecto en la realidad, por lo que se mantendría la prefactibilidad. Se recomienda no obviar la importancia de la correcta elaboración estadística del sondeo de mercado y su ejecución rigurosa.
	Formas de pregunta	¿Cuál sería el beneficio económico de implementar...? ¿Qué tanto éxito podría representar el lanzar...? ¿Hasta qué punto sería provechoso innovar en...?
Investigación de operaciones	Objetivo	Obtener el mejor resultado en la utilización de recursos en una determinada organización operativa según la modelación matemática realizada para ella.
	Limitación	No necesariamente se implementarán los resultados del modelo, por lo que el beneficio podría tratarse a nivel teórico. Se recomienda que el(la) investigador(a) sea parte de la organización o, al menos, tenga acceso a esta lo suficiente como para poder modelar la operación escogida y recabar datos para probar el modelo.
	Formas de pregunta	¿Cuál es el grado de optimalidad que se puede alcanzar con...? ¿Qué nivel de adecuabilidad se puede lograr con el modelo de...? ¿De qué manera se puede optimizar la operación de...?

2.4. Formulación de la hipótesis de trabajo

Se ha partido de la generación de ideas y, a partir de ahí, se abordó la selección y delimitación del tema de investigación. Luego, se ha planteado la pregunta de investigación como el elemento que muestra el camino a seguir. Ahora, corresponde hablar del planteamiento de la hipótesis de trabajo que, en términos simples, es una respuesta tentativa a la pregunta de investigación (Fernández y Del Valle 2016: 101-102; Hernández, Fernández y Baptista 2010: 92). ¿Qué es en sí una hipótesis? ¿Para qué se utiliza? Una hipótesis, como dirían Fernández y Del Valle, es “un escalón anterior a una respuesta definitiva” (2016: 101), una proposición inicial que fortalece el guiado de la investigación que se va a seguir; sin embargo, a diferencia de la pregunta de

investigación, la hipótesis ya establece una postura, es decir, de qué manera abordar la pregunta que se ha planteado.

Cabe señalar que esta postura no es planteada al azar, sino que parte de la revisión bibliográfica preliminar que se ha realizado más el conocimiento previo que se tenga del tema (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 94). Para la hipótesis que se seleccionará, hay que ser capaces de explicar por qué se ha escogido esa y no otra, qué es lo que ha llevado a pensarla y proponerla como respuesta tentativa a la pregunta de investigación (Fernández y del Valle 2016: 102). Asimismo, se debe tener presente que no necesariamente lo que se proponga como hipótesis deberá ser verificado como cierto en las conclusiones principales de la investigación. Es más, el(la) investigador(a) no necesariamente sabe si su hipótesis llegará a comprobarse al finalizar la investigación (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 92); además, si no se diera, no debería representar un problema. Como señalan Fernández y Del Valle: “[...] su verdad no es algo establecido de antemano: más bien, el alcance de su precisión y veracidad queda por determinar a través de los resultados a los cuales nos lleve, a fin de cuentas, nuestra labor de investigación” (2016: 102). En otras palabras, la misión del informe de investigación no es probar la hipótesis, sino responder con amplitud y fundamento la pregunta de investigación. Siguiendo a Hernández, Fernández y Baptista, “en la investigación, el fin último es el conocimiento y, en ese sentido, también los datos en contra de una hipótesis ofrecen entendimiento. Lo importante es analizar por qué no se aportó evidencia en favor de las hipótesis” (2010: 109). De allí, también, la importancia de la sustentada elaboración de la hipótesis.

¿Siempre se debe plantear una (o más) hipótesis? Pues, según Hernández, Fernández y Baptista, quienes consideran a las hipótesis como “el centro, la médula o el eje del método deductivo cuantitativo” (2010: 92), no, sino que depende del alcance del estudio. Si bien en el tercer capítulo se desarrollará con mayor detalle el tema del alcance en un trabajo de investigación, aquí se mencionará que son cuatro: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Se plantea hipótesis en los casos descriptivo, correlacional y explicativo, ya que existe una bibliografía previa sobre el tema de investigación en cuestión. Sin embargo, en el caso exploratorio, se hace referencia a un tema que o bien se ha trabajado poco y hay poca bibliografía al respecto o bien no existe en absoluto (que es poco probable). Entonces, considerando que una hipótesis implica un conocimiento preformado de la realidad estudiada y por profundizar, no tendría sentido establecer una hipótesis que fije una dirección en el caso exploratorio. Más bien, en caso de formularse, sería ampliamente especulativa (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 92, tabla 6.1, 95).

¿Las investigaciones en Ingeniería Industrial requieren hipótesis? Pues, a pesar de lo señalado en el párrafo anterior, no son un elemento común. En Ingeniería Industrial, muchas veces la propia definición del tema ya lleva consigo implícita la hipótesis. Si se señala que el tema de tesis considera la aplicación de Lean Six Sigma para mejorar determinado proceso en una planta de producción, ya estoy dejando implícita la

“respuesta tentativa” de que dicho método es idóneo para conseguir el objetivo de mejora. Es por ello que, a nivel de la investigación en general, no se requiere el planteamiento de hipótesis, pero no es incorrecto que se incluyan. Sí se va a establecer como un lineamiento, por rigurosidad metodológica, que se exprese la pregunta de investigación.

Cabe señalar que la respuesta a la pregunta anterior no está del todo completa. Si bien no son requeridas las hipótesis expresadas explícitamente como respuesta tentativa a la pregunta de investigación, sí es común que, en las investigaciones en Ingeniería Industrial, como parte del desarrollo de su contenido, se trabaje con hipótesis estadísticas, especialmente, cuando la estadística es el componente principal. En otras palabras, la estadística está en la base de la disciplina y, si se va a trabajar con análisis de datos cuantitativos y muestras de diversa índole, una investigación sin hipótesis podría adolecer de falta de rigurosidad. Las maneras como se construyen estas hipótesis no serán trabajadas aquí, sino que podrán aprenderse no solo en los cursos de estadística aplicada de la disciplina, sino también estudiarse en libros especializados. A continuación, se presenta un par de recomendaciones: Mendenhall, Beaver y Beaver (2015) y Montgomery y Runger (2009).

Finalmente, no se desea cerrar el subcapítulo sin antes mencionar los cinco requisitos que toda hipótesis debe considerar según Hernández, Fernández y Baptista (2010), para lo cual se presenta la tabla 2.8.

Tabla 2.8
Criterios para pensar y redactar hipótesis

Las hipótesis deben referirse a una situación real, es decir, deben poder someterse a prueba en un universo y contexto claramente definidos.
Las variables de la hipótesis deben ser precisas, comprensibles y lo más concretas posible.
La relación entre las variables de la hipótesis debe ser clara y verosímil.
Las variables de la hipótesis y la relación entre ellas deben ser medibles y tener referentes de calidad.
Las hipótesis deben ser susceptibles de ser probadas por técnicas existentes (o por desarrollar) y estas, estar a nuestro alcance.

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 95-96).

En definitiva, se reafirma el lineamiento de que una hipótesis surge de la revisión bibliográfica y del conocimiento que se tiene del tema. Este conocimiento puede ser más o menos amplio, pero adquiere fortaleza cuando se cruza con investigaciones previas relacionadas o trabajos teóricos donde pueda enmarcarse la investigación, así como en tendencias en el ámbito donde adquiriría aplicabilidad el trabajo

elaborado. Debe rechazarse todo tipo de ambigüedad al redactar una hipótesis, la cual se sustenta en variables (que se trabajarán más adelante). Se debe poder entender qué se está brindando realmente como respuesta tentativa a la pregunta de investigación, ya que de ello depende el inicio del abordaje que se haga sobre esta. Asimismo, será una demostración para quien empieza a leer este informe de hasta qué punto se conocía el tema al comenzar la investigación.

2.5. Objetivos de la investigación

Cuando se habla de objetivos en una investigación, estos se refieren a objetivos metodológicos que permiten llegar a una respuesta basada en un conjunto de conclusiones para lo que se intentaba conocer en principio y sustentada en un análisis detallado de una determinada masa de información. En ese sentido, los objetivos se expresan en la forma de tareas dirigidas por un verbo en infinitivo, que representa la acción principal por realizar en relación con un determinado asunto, tema u objeto (Fernández y Del Valle 2016: 106). De manera más clara, el *objetivo* se refiere a “las tareas o acciones intelectuales necesarias para trazar una ruta clara de investigación” (Fernández y Del Valle 2016: 110).

La importancia de esta definición debe ser reflexionada. Se habla de una ruta, la cual estructura la manera de abordar la pregunta de investigación. No es un aspecto menor, sino todo lo contrario. No se trata solo de redactar los objetivos y luego desarrollar la investigación como si estos no hubieran existido. La redacción del informe debe dejar claro que las acciones han estado dirigidas por los objetivos que se han establecido; es más, como se verá en el siguiente subcapítulo, incluso el esquema de contenidos tendrá que ver con los objetivos definidos. En esa medida, se debe pensar a cabalidad cada objetivo que se escriba. No se trata de proliferar los objetivos sobre la creencia de que ello eleva la importancia de la investigación ni tampoco ser muy escueto, sobre la creencia de que esto implica una protegerse de que el desarrollo de la investigación pueda verse desligado de aquellos.

Esto no debe ser una preocupación mayor. Lo que se escriba como objetivos al inicio de la investigación no significa que estos deban quedar tallados en piedra. Indudablemente, en la medida que se vaya avanzando con el estudio, se irá obteniendo un conocimiento mayor sobre el tema, ya que será posible introducirse en sus intersticios y desde allí se tendrá un mejor panorama de lo global y lo específico, de hasta dónde se puede llegar, qué más se necesita, qué es más y menos importante, qué está sobrando, qué está redundando, etc. Ello podrá llevar a hacer ajustes en las definiciones previas: la pregunta, la hipótesis y los propios objetivos (Fernández y Del Valle 2016: 116-117); sin embargo, no debe irse tampoco al otro extremo: un cambio radical en la pregunta, por ejemplo, no solo implicaría un cambio radical en la hipótesis y los objetivos, sino también afectaría toda la investigación. Si se está en un contexto de tesis universitaria, especialmente, será necesario hacer las

consultas respectivas al asesor o asesora, y que esta persona brinde una alternativa de salida a la situación conflictuada.

Regresando a la perspectiva del “objetivo metodológico”, Fernández y Del Valle (2016) proponen una serie verbos –pretendidamente no exhaustiva– que pueden utilizarse para definir las acciones principales al redactar los objetivos. Para ello, ver la tabla 2.9.

Tabla 2.9
Verbos para definición de objetivos

Analizar	Argumentar	Comparar	Definir	Describir
Ejemplificar	Explicar	Evaluar	Narrar	Sintetizar

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 108-109).

Nota. Para ver las definiciones de estos verbos y un ejemplo de cómo se expresan en la redacción del texto de la investigación, se recomienda hacer un ejercicio de investigación y dirigirse a la misma cita.

Esta tabla permite pasar a señalar, basándose en Fernández y Del Valle (2016), tres aspectos sobre los que es necesario llamar la atención:

- Observe los verbos de la tabla 2.9 y compárelos con los siguientes: dar a conocer, convencer, buscar, motivar, ¿parece que son parte de la misma naturaleza? Dése cuenta de la generalidad de “dar a conocer” o “buscar”, ¿no pareciera que hacen referencia a acciones que están implícitas en todos los verbos de la tabla 2.9? Es lógico que, al redactar algo, lo que fuere, se esté dando a conocer una información. Asimismo, la búsqueda de datos e información es necesaria para llevar a cabo cualquier otra acción de mayor nivel, así como se debe considerar la índole de “convencer” y “motivar”, ¿parece que hacen referencia a una metodología o se acercan más a ser parte de una justificación de la investigación? Si bien puede ser así en el segundo caso (“motivar”), incluso en el primero (“convencer”), ya se dirigen a un objetivo más intrínseco de la persona que investiga. Una vez más, se debe recordar que los objetivos de la investigación deben ser metodológicos.
- Vuelva a observar los verbos de la tabla 2.9., ¿cómo se imagina que puede ser la continuación de estos verbos para sus investigaciones? Sin duda, habrá aspectos muy específicos. En lo que no deben convertirse estos verbos ni cualquier otro que se utilice es en una declaración de sus buenas intenciones como justificación de la investigación. Por ejemplo, el verbo “argumentar”: un objetivo metodológico podría ser “argumentar cuantitativamente la propuesta de implementación de un estudio ergonómico y de tiempos en el taller textil ABC como base para la reestructuración de sus operaciones”, pero no “argumentar las bondades de un

estudio ergonómico y de tiempo para favorecer la industria textil". El objetivo metodológico debe ir a lo concreto, lo demás podrá ser parte de la justificación o, simplemente, quedar en el pensamiento.

- Ahora, respecto del uso de los verbos correctos, se debe procurar la precisión de cómo conectarlos con sus respectivos objetos. Se identifica una causa, no se define; se define una variable, no se narra; se describe y analiza un proceso, no se explica, lo cual correspondería a otro contexto; se explica un patrón, no se ejemplifica (sin embargo, un ejemplo o analogía puede ser parte de la explicación), y etc.

Lo que se ha visto hasta ahora se refiere, principalmente, a los objetivos específicos de la investigación; sin embargo, también existen objetivos subespecíficos y, por supuesto, el objetivo general. Fernández y Del Valle proporcionan una explicación muy clara al respecto para diferenciarlos:

El objetivo general es el más fácil de enunciar, pues consiste en demostrar, defender y justificar la validez de la respuesta tentativa que se ha usado como hipótesis de la investigación. Los objetivos específicos son las tareas necesarias para desarrollar ordenada y sistemáticamente [por lo tanto, metodológicos] la meta intelectual que planteamos en el objetivo general. Los objetivos subespecíficos son las tareas necesarias para desarrollar algún objetivo específico. Este último tipo de objetivos, lo mismo que todos aquellos aún más específicos, no son siempre necesarios, pues no todo objetivo específico requiere dividirse o precisarse en objetivos subespecíficos (2016: 114).

Todo ello si no se ha definido una hipótesis, pues el objetivo general se planteará como una respuesta a la pregunta de investigación e iniciará, también, con un verbo en infinitivo. Si la pregunta de investigación es "¿cuál es el nivel de optimalidad en costo de abastecimiento que se puede lograr con un modelo de mezcla para la producción de comida en un restaurante de comida rápida en un centro comercial?", el objetivo general podría tranquilamente ser "determinar el grado de optimalidad...". Y, si se hubiera tenido una hipótesis, podría haber sido "Con la aplicación de un modelo de mezcla para la producción de..., según el parámetro XYZ [puede ser una referencia del mercado, una medición previa de la empresa, un nivel de mejora promedio histórica para la herramienta, etc.], el grado de optimalidad en costo de abastecimiento por obtener sería alto".

Finalmente, una recomendación para "encontrar" objetivos específicos es dividir en partes, ya sea la pregunta de investigación o la hipótesis de trabajo (Fernández y Del Valle 2016:115). Cada parte dirá algo específico sobre lo que puede (o se debe) colocar la atención. Sobre la pregunta que recientemente se dio como ejemplo: "¿Cuál es el nivel de optimalidad en costo de abastecimiento que se puede lograr con un modelo de mezcla para la producción de comida en un restaurante de comida rápida en un

centro comercial?”. esta se escribirá, nuevamente, con negritas: “¿Cuál es el **nivel de optimalidad** en **costo de abastecimiento** que se puede lograr con un **modelo de mezcla** para la **producción de comida en un restaurante de comida rápida** en un **centro comercial**?”. De aquí, por lo menos, ya hay cinco objetivos específicos que se pueden plantear, los cuales se referirán a los siguientes estudios:

- Estudio que identifique respecto de qué variables se realizará la modelación. En otras palabras, se trata de enmarcar el concepto de “optimalidad” para delimitar qué aspectos serán modelados; por ejemplo, ¿se incluirá únicamente productos comestibles o también otros implementos de cocina o de la atención que se da al cliente (como platos y cubiertos)? Tal delimitación incluye los procedimientos de abastecimiento que serán considerados para la comparación.
- Estudio de los costos de los elementos de los que se abastece el restaurante según sus proveedores.
- Estudio del mecanismo actual de abastecimiento y desarrollo del modelo matemático propuesto.
- Estudio sobre la carta ofrecida (al menos, en un determinado periodo de tiempo, ya que suelen agregarse nuevos platos) e identificación de los elementos que constituyen esa comida: aquí no se tiene que entrar en los procedimientos de producción de la comida, ya que no es parte de lo que se busca con la investigación. Modificar los procesos de producción podría ser parte de otra investigación; en cambio, en el ejemplo, el enfoque debe centrarse en el mecanismo de abastecimiento.
- Estudio sobre el flujo de personas que llegan al restaurante a diferentes horas del día en dicho centro comercial.

A estos estudios, que representan al menos un objetivo específico cada uno, se puede agregar otros que o bien pueden ser necesarios o bien pueden ser aportes adicionales, mas no obligatorios. En el ejemplo, se habla de un grado de optimalidad que se va a obtener. Esto implica una comparación y, como tal, será positivo comparar los resultados del modelo con la situación actual. Asimismo, implica que se necesita no solo probar que el modelo funcione a nivel matemático, sino que pueda realizarse una comparación pertinente respecto de lo actual. Para ello, habrá que definir también parámetros de comparación. En el caso de que el modelo no pueda tratarse con resultados reales, podrán considerarse datos simulados (sustentados).

Un aporte adicional podría ser, como se había mencionado antes, entrar a estudiar los procesos de cocina (la producción de la comida) y ver de qué manera se pueden preparar los platos de otra forma para tener un efecto en el abastecimiento; sin embargo, este punto ya no dependería del ingeniero industrial, sino del chef y de las políticas del restaurante, y debe decirse que no es necesario intentarlo. Uno de

los elementos que caracterizan a un ingeniero industrial es su visión panorámica; por ello, el profesional de esta disciplina debe apelar a esta cualidad y no caer en el error de pensar que todo debe seguir una lógica matemática y todo debe optimizarse ni creer que, si alguien no tiene esta mentalidad, entonces está donde no debe estar. El mundo es muy amplio en percepciones y, en la medida que estas puedan integrarse para fines específicos, los resultados serán inmensamente superiores a que si solo se reducen las realidades a conceptos parciales. Lo que sí podría proponer el ingeniero industrial es, quizás, una manera de optimizar el uso de los recursos disponibles (hornillas, hornos, refrigeradoras, utensilios) en caso sea materia de conflicto en el día a día, y los almacenamientos, en caso una mala distribución influya en el perecimiento de los insumos. Otro aporte adicional puede ser un estudio evaluativo de proveedores y mapeo de alternativas para ampliar la gama de posibilidades de abastecimiento.

2.6. Esquema de contenidos

A lo que Fernández y Del Valle (2016) llaman “esquema de trabajo”, Eco (2001) le da el nombre de “índice hipótesis”. Si bien existe una relación directa entre ambos conceptos, ambos trabajos siguen direcciones distintas para armar la estructura interna del informe de investigación. Considerando lo desarrollado en el presente capítulo hasta este punto, el enfoque estará en la perspectiva de Fernández y Del Valle (2016), pero sin dejar de rescatar puntos propuestos por Eco (2001). Al respecto, la definición brindada por los primeros es la siguiente: “Definimos el esquema como el ordenamiento jerarquizado de los temas y subtemas que se han de desarrollar en nuestro trabajo de investigación, según una secuencia pertinente, lógica o cronológica” (2016: 118). Asimismo, resaltan tres características: transitorio, homogéneo y completo. En ese sentido, lo transitorio se refiere a que se mantiene sujeto a modificaciones en la medida que se va avanzando con la investigación; lo homogéneo, a que el esquema sigue un orden determinado que será la base de la presentación de la investigación; y completo, a que incluye todas las tareas que la investigación deberá abarcar (2016: 118). Eco señala que el carácter transitorio del esquema de trabajo (o índice hipótesis) puede objetarse, ya que se elabora de manera anticipada al inicio de la investigación, aludiendo a que “habrá de ser reestructurado varias veces e, incluso, llegará a asumir una forma completamente diferente” (2001: 121). Sin embargo, responde a esa crítica al decir que esa reestructuración será más precisa si, justamente, se tiene un punto de partida.

En esta Guía, no se desea transmitir la idea de que el esquema de trabajo podrá asumir una forma “completamente diferente” al final, ya que, en principio, ello implicaría que el enfoque se podría estar desviando considerablemente del objetivo general, en otras palabras, sería como estar cambiando de tema de investigación. No obstante, aunque no se sabrá cuáles son los límites de aquella frase según el autor, lo que sí se sabe es que, de manera previa a la elaboración del esquema de trabajo según el método de Fernández y Del Valle (2016), ya se ha trabajado sobre una estructura

de objetivos que responden a un objetivo general, la misma que, a la vez, responde a una hipótesis, que a la vez responde a una pregunta de investigación, que a la vez responde a un tema de investigación delimitado, que a la vez responde a una revisión bibliográfica preliminar. En otras palabras, se sigue una secuencia que debe permitir establecer un esquema de trabajo firme, pero susceptible de mejora, sin que ello implique que deba desbaratarse por completo en el camino. Es por eso que Fernández y Del Valle argumentan que “por el simple hecho de distinguir y ordenar los objetivos específicos y subespecíficos ya hemos adelantado, en buena cuenta con fines metodológicos, la construcción del esquema de trabajo o de contenidos” (2016: 118). De esta manera, cabe destacar, una vez más, que los objetivos específicos deben plantearse mediante un razonamiento profundo y no por simple formalidad.

A continuación, se presentará, en la tabla 2.10, una serie de recomendaciones basadas en las secciones bibliográficas escogidas para este capítulo, para la construcción del esquema de trabajo.

Tabla 2.10
Recomendaciones para la construcción del esquema de trabajo o índice

1	Enfoque del índice	Respecto de la pregunta “¿Qué lógica presidirá la construcción del índice-hipótesis?”, el propio Eco (2001) hace una referencia a los distintos tipos de tesis que pueden desarrollarse. Interesan dos de estos tipos: la de carácter experimental y la de carácter lógico matemático. En el primer caso, explica que el plano será inductivo, “de algunas pruebas a la propuesta de una teoría”; en el segundo, será deductivo, “[de] la propuesta de la teoría [a] sus posibles aplicaciones y ejemplos concretos” (Eco 2001: 126).
2	Forma de subdivisión	El esquema debe basarse en una numeración arábica y subdivisiones decimales: 1., 1.1., 1.1.1., y así. Asimismo, toda subdivisión debe implicar un mínimo de dos partes, es decir, por ejemplo, la existencia de un 1.1. debe llevar a la existencia de un 1.2. De lo contrario, no sería necesario establecer la subdivisión y el contenido podría desarrollarse directamente como parte del 1 (Fernández y Del Valle 2016: 118-119).
3	Redacción	Los títulos y subtítulos del esquema de trabajo pueden seguir la siguiente fórmula: sustantivo + asunto/tema/objeto. El sustantivo se correlaciona con el verbo que indica la acción en un objetivo específico en particular. De esta manera, por ejemplo, el objetivo “argumentar XYZ” sería “argumentación de XYZ” en el esquema, mientras que “analizar MNO” sería “análisis de MNO” (Fernández y Del Valle 2016: 119).

4

Ajuste de redacción

A partir de la redacción anterior, también puede esta ser simplificada al reducir la cantidad de sustantivos que contiene, de manera que la lectura del índice no sea tan densa. Por ejemplo, si el título de sección es "descripción del proceso XYZ", se puede simplemente colocar "el proceso XYZ". Asimismo, si se tiene "identificación de las causas de la situación ABC", se puede decir, sencillamente, "causas de la situación ABC" (Fernández y Del Valle 2016: 121).

De esta manera, se ha concluido el esquema de trabajo, el cual dará estructura interna a la investigación; sin embargo, no se debe olvidar que será susceptible de actualización en la medida que sea necesario. El índice debe ser una guía de avance que ayude a mantener el camino trazado, pero no debe ser una restricción con cadenas que impida hacer nuevas y necesarias exploraciones o redefinir puntos previos.

2.7. Listado preliminar de fuentes de información

Si bien se ha hablado con anterioridad de una revisión preliminar como soporte a la delimitación del tema de investigación, lo que ahora se aborda es a un listado inicial que será, de la misma manera, el soporte para el resto de la investigación, que será más amplio y, por supuesto, más estructurado que en el primer caso. Asimismo, el uso de la palabra "preliminar" es necesario, ya que, como es evidente, este listado también será susceptible de mejora, lo cual implica no solo la introducción de nuevas fuentes, sino el retiro de fuentes previas que no vayan a ser un verdadero aporte para la investigación.

Esta tarea de actualización del listado bibliográfico preliminar no es para ser llevada a cabo al azar: en la medida de lo posible, debe intentar leerse el resumen de un documento para saber, como una visión general, si puede o no realizar un aporte a la propia investigación. Si, además de la accesibilidad al resumen, se puede tener accesibilidad al documento completo, será una buena práctica darle una revisión rápida para ver qué información contiene, sobre todo, en su introducción y conclusiones, con la finalidad de formar una opinión más precisa.

El criterio para armar un listado de fuentes de información no debe estar basado en la cantidad, sino en la potencialidad de aporte para la investigación. La cantidad es un efecto colateral de esto, mas no el fin. Además, no todo lo que se incluya al listado implica que necesariamente deba tener, al menos, una cita en la investigación. Algunas de esas fuentes podrán ser de formación general para tener una visión un poco más sólida del tema y así poder empezar a abordarlo, o sobre alguna herramienta por aplicar. Un ejemplo muy simple: si se necesitara saber cómo utilizar ciertas funciones

en Excel y no se encontrarán fuentes que las explican (como los libros de la editorial Macro, las cuales han sido incluidas en el listado preliminar, ya que son parte de lo que se va a usar para la investigación), no es necesario citar en esta las explicaciones para aplicar tales o cuales técnicas informáticas en dicho software. En otras palabras, se puede asumir, para la investigación, que ya se conocen. Lo que sí puede incluirse en la investigación es cómo se inserta el uso de estas funciones (sin profundizar en detalle) en una metodología mayor para lograr un objetivo determinado.

Asimismo, si cinco autores, por ejemplo, describen un mismo procedimiento sin variación (o con variaciones que conducen al mismo resultado) que va a ser utilizado, podría no ser necesario que deba citarse a todos los presentes, ya que no necesariamente la investigación tratará sobre la reconfirmación de la explicación del desarrollo del procedimiento. Por ejemplo, de seguro se podrán encontrar diversos libros de investigación de operaciones y cada uno de ellos, con seguridad, presentará los tipos básicos de modelos matemáticos para realidades distintas, las cuales serán trabajadas con ejemplos, como el armado de tipos de pizzas según los ingredientes que usan, como una manera de ejemplificar el problema de mezcla. Al tratarse de un esquema didáctico y no de un modelo aplicado a una realidad determinada -como la que está en investigación, pero que no deja de ser una entrada para empezar a diseñar el propio modelo- bastará con hacer mención a uno o dos autores.

Ahora bien, se debe precisar más el uso del término "fuente". Si bien se ha estado utilizando de forma indistinta, hay, en realidad, tres categorías básicas: primarias, secundarias y terciarias. Fernández y Del Valle trabajan de manera bastante didáctica estos conceptos y, además, presentan una síntesis (2016: 52-58). Sobre esta se puede decir, en principio, que las **fuentes primarias** son las que brindan una información "desde el origen"; es decir, sin que exista un filtro intermedio para acceder a ellas desde interpretaciones externas. Por ejemplo, si se desea hacer una reflexión desde las *siete enfermedades mortales de la gerencia* de William Deming y su aplicación a la realidad actual, una fuente primaria sería el libro, su obra principal, *Out of the crisis*, publicado en 1986. Allí, se tendría acceso directo a sus palabras sobre dichas siete enfermedades (planteadas por él mismo), ¿se podría considerar que una traducción de este libro al español también sería una fuente primaria? Según Eco, una traducción no es una fuente, como la llama, "de primera mano", y es que, "[c]uando se trabaja con libros, una fuente de primera mano es una edición original o una edición crítica de la obra en cuestión" (2001: 66). De esta manera, una traducción sería "un medio para llegar de modo limitado a algo que esta [sic] más allá de mi alcance" (2001: 66). Se dejará a reflexión del lector o lectora la respuesta a la pregunta, ya que Eco parece no estar tomando en cuenta dos variables centrales: el nivel de *certeza* de lo traducido ni la *índole* del contenido original. Por ejemplo, un método estadístico, como el análisis de varianza, es el mismo sin importar en qué idioma se presente el libro que lo contiene. Además, si esa traducción es fidedigna respecto de las palabras

que usa el autor o autora original, entonces ya se estaría salvando las dos variables y se podría afirmar que una traducción específica sí es una fuente primaria.

¿Qué serían, por otro lado, las **fuentes secundarias**? Aquellas fuentes que permiten alcanzar un entendimiento más amplio y claro del tema de estudio, ya sea porque las fuentes primarias son de difícil acceso intelectual, porque no se ha podido conseguir fuentes primarias o porque se desea enriquecer lo que se ha elaborado hasta el momento. Cabe señalar que las fuentes primarias y secundarias se definen según el tema de investigación que se haya puesto sobre la mesa. Sobre este punto, se presenta este ejemplo explicativo de Eco:

Una tesis estudia un *objeto* valiéndose de determinados *instrumentos*. Muchas veces, el objeto es un libro y los instrumentos son otros libros. Tal es el caso de una tesis, supongamos, sobre *El pensamiento económico de Adam Smith*, en la cual el objeto está constituido por los libros de Adam Smith mientras que los instrumentos son otros libros sobre Adam Smith. En tal caso diremos que los escritos de Adam Smith constituyen las *fuentes primarias* o la *literatura crítica*. Naturalmente, si el tema fuera *Las fuentes del pensamiento económico de Adam Smith*, las fuentes primarias serían los libros o escritos en que se inspiró Smith (2001: 61, las cursivas de énfasis y de los nombres ficticios de investigaciones son del autor)⁶.

Finalmente, queda definir las **fuentes terciarias**, ¿no es verdad que algunos, cuando han estado buscando fuentes para sus investigaciones, se han topado con la “dura” realidad de que el espectro parece inabarcable? Tan solo basta ingresar a la sección Recursos en línea del Sistema de Bibliotecas de la PUCP y empezar a explorar lo que contiene. Sí, en la actualidad, la facilidad con la que se puede tener acceso a incontables fuentes para investigación es notoria⁷. Es aquí donde las fuentes terciarias hacen su aparición: “Para orientarnos en estos laberintos bibliográficos, tenemos el apoyo de lo que se llaman fuentes terciarias, nombre técnico de lo que puede entenderse, por un lado, como índices, repertorios o clasificaciones bibliográficas y, por otro, como diccionarios o enciclopedias temáticas” (Fernández y Del Valle 2016: 54). Es decir, como señalan los autores de base, si bien no son fuentes indispensables (a diferencia de las primarias y secundarias, que son imprescindibles), sí pueden constituirse como un soporte invaluable en muchos casos. Justamente, buscadores especializados como los del Sistema de Bibliotecas de la PUCP son un ejemplo de cómo pueden

⁶ Por cierto, como ingenieros e ingenieras industriales, debe estar en su repertorio de lecturas el libro *La riqueza de las naciones* de Adam Smith, su obra más importante, la cual sentó las bases de lo que hoy es el liberalismo económico (Smith 2011).

⁷ Se enfoca, principalmente, a libros y artículos académicos. Otros tipos de fuentes pueden ser más complicadas de conseguir, como la del ejemplo que proporcionan Fernández y Del Valle sobre una investigación de mercado, donde se necesita acceso a documentos que casi siempre son confidenciales de empresas que han encargado grandes estudios (2016: 57).

funcionar las fuentes terciarias para investigación hoy en día (Fernández y Del Valle 2016: 54).

Una vez que se han conocido los tipos de fuentes, corresponde responder a tres grandes preguntas: dónde, qué y cómo buscar. No son cuestiones menores. Es común que haya personas que se dejen llevar por el “facilismo” a la hora de buscar sus fuentes bibliográficas (“Claro, si lo que importa es lo que va a salir de mi mente, lo demás es solo para ‘relleno’”), pues bien, quien piense así no podría estar más equivocado o equivocada. Si bien no se niega el propio aporte, no es poco común que las ideas que generan las propias mentes estén también desarrolladas en trabajos publicados en algún lugar: no necesariamente todo lo que se piensa es original. Sin embargo, no se está hablando aquí de exactitud; es decir, esos desarrollos pueden pertenecer a otros contextos o, incluso, contener variantes. Sin embargo, es en el recojo de ese conocimiento que se puede enriquecer el propio trabajo, ya que se pueden establecer conexiones entre lo que se quiere hacer y lo que ya ha sido hecho, lo cual demuestra un trabajo de investigación más potente y fortalece la convicción del mensaje. Asimismo, no solo se trata de las fuentes donde están esas ideas desarrolladas, sino de cuáles fuentes son. Existe ya toda una maquinaria inmensa de producción y publicación académica en el mundo, lo cual significa que esos trabajos tienen una verificación de calidad con altos estándares. La pregunta es, ¿se desea que los trabajos utilicen como referencia estos trabajos de alta gama o tan solo se limiten a lo que aparezca espontáneamente en su camino? No están impedidos de hacer lo segundo, pero vaya a saberse cuál será la validez de la propia producción cuando se desee que esta sea “escuchada”.

A partir de lo anterior, en la tabla 2.11 se presenta, a manera de síntesis, las numerosas recomendaciones de Fernández y Del Valle (2016) para la búsqueda bibliográfica.

Tabla 2.11
Recomendaciones para la búsqueda bibliográfica

Dónde	1	Hay un cuidado especial que se debe tener al emplear la web en general como fuente terciaria (es decir, no un lugar especializado dentro de la web): Se sabe que su capacidad para “mostrar” es infinita; sin embargo, ¿es posible asegurar la confianza y autoridad académica de todo lo que se va a encontrar?
	2	Por lo general, hay un orden de importancia que se recomienda seguir para la búsqueda bibliográfica: primero, libros y artículos académicos; segundo, reportes, informes y literatura gris (de uso confidencial); tercero, enciclopedias y diccionarios. Asimismo, se recomienda que la exploración bibliográfica inicie mediante la consulta de bases de datos académicas y bibliotecas universitarias.
	3	Si se va a usar la web fuera de bases de datos académicas o de sitios institucionales oficiales, la revisión debe hacerse más aguda. Es decir, lo prudente es hacer una revisión de las fuentes que se tienen en general para ver si se aceptan como parte del listado bibliográfico. Sin embargo, se debe tener especial precaución con sitios informales o de “información abierta”, ya que no necesariamente tienen un filtro de calidad para lo que se publica allí. En ese sentido, se recomienda no considerar, para las investigaciones, sitios populares como www.monografias.com , www.elrincondelvago.com , Wikipedia o blogs no académicos o institucionales, ya que hay un alto riesgo de que no haya información fidedigna y que la información sea plagiada (aparte de perjudicar la reputación de su investigación) ⁸ .
Qué	4	Es necesario que la búsqueda bibliográfica se haga con paciencia. Incluso si uno se mueve por los medios correctos o los más acertados, se debe ser, también, cuidadosos sobre cómo se busca y qué se escoge, por lo que esta recomendación se basa en el detallismo.
	5	Se debe prestar atención a la fecha de publicación de toda fuente bibliográfica y de qué edición se trata. Como se señaló anteriormente, en el subcapítulo 2.2, en la ingeniería, por lo general, se trabaja sobre un marco temporal actual. Entonces, en la medida de lo posible, será recomendable emplear las ediciones más actuales de libros o si se trata de artículos, dependiendo del tema que se esté tratando, priorizar lo que dé una perspectiva más actualizada. Por ejemplo, si se está trabajando sobre desarrollos tecnológicos del siglo XXI, no sería de utilidad emplear artículos de antes del nuevo milenio, a menos que también se esté recogiendo la evolución de estas tecnologías.

⁸ Por supuesto, si bien no necesariamente aplicaría para disciplinas de ingeniería, hay investigaciones en que sí se podría citar información de blogs no académicos e, incluso, de publicaciones de redes sociales como Facebook o Twitter de cuentas no oficiales. Esto depende del tipo de investigación que se esté realizando, como, por ejemplo, una que esté evaluando el sentir de la calle, a nivel virtual, sobre la coyuntura política que se está viviendo. De la misma forma, puede tratarse también de un estudio sobre la propagación de fake news en la sociedad, entre otras.

Qué	6	Anteriormente, en este subcapítulo se había reflexionado sobre el tema de la traducción como una fuente primaria; sin embargo, aquí el enfoque estará en la fecha de publicación de la traducción. El libro de Umberto Eco que se ha utilizado como fuente bibliográfica para esta Guía fue publicado originalmente en italiano en el año 1977; sin embargo, su versión traducida al español recién se dio el 2001. En este caso, la fortaleza de su contenido permite a dicho libro mantener su vigencia, ¿se podría decir lo mismo de todos los casos?
	7	Lo que también se debe mirar en todo documento extraído de la web, o en la web misma, es la fecha de elaboración y publicación de un trabajo y el nombre del autor. De no estar estos datos a la vista, será mejor, inmediatamente, cuestionar seriamente su validez. Asimismo, hay que considerar que un mismo texto puede aparecer en más de un lugar en la web o, incluso, fuera de su lugar de origen, y que puede haber sufrido adiciones y omisiones. En esa situación, lo mejor será siempre rastrear dicho lugar de origen y, de ser necesario, hacer la cita desde allí.
	8	Una vez más, en relación a la revisión de lo que se encuentra en la web, podrá haber ocasiones en que el investigador se deje llevar por sitios que llamen su atención por su dirección electrónica, su organización y vistosidad, y queden la impresión de ser fuentes apropiadas de información. Sin embargo, debe evitar guiarse por la fachada y, más bien, concentrarse siempre en su contenido para determinar si se tomará en cuenta para el listado bibliográfico.
Cómo	9	Si en el punto 4 de esta tabla se había resaltado la paciencia, ahora se va a resaltar la voluntad y determinación. Con todo lo trabajado hasta el momento, ya se ha colocado un camino a seguir. La búsqueda bibliográfica es como empezar a sembrar en los alrededores del camino para que su florecimiento enriquezca la visión del sendero que se estará caminando y que, seguramente, otros también caminarán. Los resultados llegarán a medida que se vayan construyendo, así que siempre se debe seguir.
	10	Si se va a empezar a buscar bibliografía, se debe arrancar con el criterio temático. Dentro de un tema, estarán los autores que habrán publicado sobre el mismo. En cambio, si se busca inicialmente por autor, a menos que ya se tenga en mente autores y autoras de cabecera, se encontrará lo que esa persona haya publicado, lo cual podrá pertenecer a diversos temas.
	11	Deberá mejorarse la capacidad de precisión a la hora de usar los buscadores de bases académicas de datos. Más recomendable que ser muy general o muy específico será tratar de encontrar un punto medio en el uso de términos de búsqueda, lo cual depende, también, de la configuración del buscador: ser muy general no permitirá alejarse de la cualidad de “fuentes incontables”, mientras que ser muy específico probablemente dejará al investigador con pocas o ninguna fuente.

Cómo	12	<p>Cuando se tenga una plana de fuentes en frente, será recomendable priorizar los títulos sobre los autores, ya que no necesariamente se conocerá quiénes son. En cambio, al leer un título (y su posterior resumen), se podrá saber, al menos de manera general, qué tanta relación tendrá ese trabajo con lo que se busca. Sin embargo, y es algo que no mencionan Fernández y Del Valle (2016), hay buscadores que ofrecen la posibilidad de ver los números de “popularidad” de un determinado artículo o autor, en cuanto a vistas y citas. Cuando esta información esté disponible, deberá considerarse como un punto importante dentro de los criterios de selección.</p>
	13	<p>Un siguiente criterio, el cual se relaciona con el punto 10 de esta tabla, es justamente enfocarse en autores determinados. En ese sentido, en el día a día se puede ir conociendo autores, autoras e instituciones que se especializan en determinados temas o determinados tipos de publicaciones, ya sean investigaciones o informes estadísticos, libros, reportajes y más. Este conocimiento se puede obtener no solo a partir de los sílabos de los cursos de la universidad, por ejemplo, sino también por reportajes de entrevistas televisadas, noticias de periódicos serios, correos que se reciben, mensajes en las redes sociales (como la promoción de eventos académicos nacionales e internacionales), conversaciones con otras personas, etc. Entonces, se trata de andar con un ojo mental abierto y atento.</p>
	14	<p>Si bien es de menor importancia, también puede ser un criterio muy útil el considerar la especialización de una editorial o el tipo de trabajos que se publican bajo su sello. Por ejemplo, McGraw-Hill y Pearson son no solo dos de las editoriales más grandes del mundo, sino también dos que incluyen publicaciones de libros que se usan bastante en la enseñanza de la Ingeniería Industrial. Asimismo, será positivo averiguar qué revistas científicas publican artículos de este tema.</p>

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 54-67).

Ya se ha logrado elaborar el listado bibliográfico preliminar. Como se mencionó, se puede agregar un cronograma al esquema de trabajo para programar el avance durante la investigación. En principio, funcionará como referencia, ya que en el camino se descubrirá que habrá tareas cuya duración real supere o sea inferior a la duración que se había pronosticado. Sin embargo, en el tiempo, en la medida que continúe su formación como investigadores e investigadoras, se irá adquiriendo la experiencia necesaria para saber, con mayor certeza, cuánto tiempo sería más apropiado destinar a cada tarea.

Lo que continúa ahora es el diseño metodológico de la investigación, el cual estará destinado a detallar, principalmente, cómo se recolectará la información que se necesita y cómo se analizará. Allí se verá también que, al hablar de fuentes, no necesariamente deberá limitarse a documentos publicados, sino que podrán ser personas o centros donde se deba generar o recolectar la información que se busca.

CAPÍTULO

3

**QUÉ ES EL DISEÑO
METODOLÓGICO DE LA
INVESTIGACIÓN**

3.1. ¿Qué es el diseño metodológico de la investigación?

Al ver el título de este capítulo, es probable que, inmediatamente, el(la) lector(a) haga conexión con el *marco metodológico* de su trabajo de tesis o de algún artículo de investigación que esté redactando. Al respecto, se debe decir que, efectivamente, la conexión es directa; sin embargo, ¿no antecede el marco teórico al marco metodológico? ¿Por qué en esta Guía se ha colocado el capítulo de “marco metodológico” antes del de “marco teórico”? La respuesta es sencilla. Según Hernández, Fernández y Baptista, el diseño es el “plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea” (2010: 120). En ese sentido, desde el enfoque cuantitativo, “el investigador utiliza su o sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencia respecto de los lineamientos de la investigación (si es que no tienen hipótesis)” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 120). Si bien en la disciplina tratada no necesariamente se establecen hipótesis para las investigaciones ya que esas suelen estar implícitas en el tema de investigación, tomando como base las definiciones de Hernández, Fernández y Baptista (2010), la intención que se busca es que el diseño metodológico vaya más allá de la parte más técnica de la investigación –que incluye el diagnóstico, la propuesta y la evaluación económica por lo general. Asimismo, se busca que abarque el desarrollo del marco teórico, basado en una extensiva y variada revisión de documentación, así como las conclusiones y recomendaciones que, finalmente, se proponen. Tiene que haber una organización para dicha búsqueda bibliográfica y, además, la síntesis e interpretación de resultados en la forma de conclusiones y recomendaciones, ¿verdad?

El diseño metodológico, en otras palabras, está pensado para abarcar toda la investigación; sin embargo, lo que se redacta en el marco metodológico del informe de investigación está referido únicamente a la parte técnica. La idea central es que el(la) investigador(a) tenga siempre presente que, como se ha argumentado en el subcapítulo 2.1, será mejor organizarse para cada etapa de la investigación y, dentro de esa organización, se dé rienda suelta a la espontaneidad y flexibilidad. En otras palabras, organizarse, pero que ello no implique limitar los procesos de pensamiento y creación.

Quizá el(la) lector(a) se pregunte ahora, ¿de qué depende el diseño metodológico (y, a partir de aquí, el enfoque se centrará en el aspecto técnico de la investigación)? ¿Existen diseños mejores que otros? ¿Qué pasa si se descubre que el diseño que se

eligió no responde completamente a lo que se estaba buscando? ¿Cómo se elabora un diseño metodológico? Se responde a cada una de estas preguntas en la tabla 3.1, con lo cual se da pase al siguiente subcapítulo.

Tabla 3.1
Acerca del diseño metodológico

<p>¿De qué depende el diseño metodológico?</p>	<p>El diseño metodológico depende, básicamente, del alcance de la investigación, un tema que será visto en el subcapítulo 3.2. Este alcance, en principio, puede ser de cuatro formas: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo (Hernández, Fernández y Baptista 2010). No obstante, considerando las especificidades de la Ingeniería Industrial, habrá aspectos adicionales que podrán o deberán añadirse a lo desarrollado según los alcances mencionados y ello dependerá tanto del objeto de estudio como de la manera en que se vaya a estudiar.</p>
<p>¿Existen diseños metodológicos mejores que otros?</p>	<p>En realidad, más que diseños mejores que otros, se puede decir que la propia naturaleza de las herramientas existentes para diagnóstico y análisis determina dónde podrían o deberían ser aplicadas, según el problema que se esté tratando. Se expresa de esta manera ya que, en sí, el peso de la o las herramientas que se van a utilizar es el más fuerte del diseño metodológico; sin embargo, el diseño implica un ámbito más amplio que el solo hecho de decidir qué herramienta o herramientas se aplicarán. Figura, también, cómo se estructuran estas herramientas y si se diseñan nuevas según sea necesario. Si se adopta una postura más general, un excelente diseño será aquel capaz de proveer una respuesta de alta calidad informativa y argumentativa, así como de fina y detallada elaboración para la pregunta de investigación. En ese sentido, podría proponerse más de un diseño e, incluso, la aplicación podría variar de persona a persona, dependiendo de las oportunidades de profundización y las destrezas del(la) investigador(a).</p>
<p>¿Qué pasa si el diseño no es adecuado?</p>	<p>Como bien señalan Hernández, Fernández y Baptista, “en cualquier tipo de investigación el diseño se debe ajustar ante posibles contingencias o cambios en la situación” (2010: 120). En definitiva, lo peor que se puede hacer a la investigación es someterla a parámetros rígidos que le impidan fluir. La flexibilidad es una característica que deberá definir a los investigadores e investigadoras y ello implica que, cuando sea necesario, el diseño metodológico deba pasar por ajustes para encontrar el camino hacia el cumplimiento del objetivo general de la investigación. Esto no significa desnaturalizar la investigación, es decir, terminar respondiendo una pregunta distinta de la inicialmente planteada. Se trata de buscar alternativas de solución ante las dificultades. Es parte de la creatividad.</p>

¿Cómo se elabora un diseño metodológico?

La elaboración del diseño metodológico implica necesariamente saber qué es lo que se necesita conseguir. Si no se está seguro o segura de esto, deberá retornarse a la propuesta de investigación. Una vez que se tiene esta certeza, puede subdividirse en partes aquello que se necesita conseguir y a cada una agregarle un motivo. Si no existiera uno, probablemente no sea un ítem necesario. Luego, organizar las partes de manera que cada una tenga una forma de ser atendida (mediante alguna herramienta de recolección de datos o la revisión de determinada bibliografía, por ejemplo). Hecho esto, se debe dar un ordenamiento a las "atenciones", lo cual será la base del diseño metodológico para todo el trabajo de investigación, desde la elaboración del marco teórico hasta la redacción de las conclusiones y recomendaciones, pasando por la realización de los procedimientos de índole técnica para el diagnóstico y análisis, la propuesta y la evaluación económica de esta.

3.2. Alcance de la investigación

Como se mencionó en la tabla 3.1, son cuatro los tipos de alcance que una investigación, según Hernández, Fernández y Baptista, puede tener: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, y usualmente cubre elementos de más de uno de ellos (2010: 78). El alcance es el conjunto de aspectos que va a cubrir el estudio para responder la pregunta de investigación y alcanzar el objetivo principal de esta. Por ejemplo, si se está haciendo una investigación de operaciones, muchas veces el alcance estará técnicamente determinado por las variables consideradas y los límites del proceso que será modelado. El punto importante es que una investigación no puede extenderse de manera ilimitada ni tampoco ser de relevancia limitada.

Es por ello que es necesario aprender las características de los cuatro tipos de alcance mencionados y darse cuenta, además, de que, para la Ingeniería Industrial, ellos no determinan necesariamente el límite final de un estudio. Esto se debe abordar por partes. En primer lugar, la tabla 3.2 sintetiza los elementos de los cuatro tipos de alcance.

Tabla 3.2
Tipos de alcance de investigación

<p>Exploratorio</p>	<p>Los estudios exploratorios se enfocan en examinar temas poco o nada investigados o investigar temas desde nuevas perspectivas. A través de estos estudios, uno puede familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, evaluar la posibilidad de que se abran nuevas investigaciones a futuro en la misma línea, tratar problemas nuevos, identificar conceptos y variables y relaciones entre estas, descubrir tendencias y sugerir afirmaciones y postulados.</p>
<p>Descriptivo</p>	<p>Los estudios descriptivos se enfocan en describir a detalle fenómenos, problemáticas, contextos determinados o eventos específicos. En ese sentido, se centran en reunir y estructurar datos sobre las propiedades y características de aquello que están examinando, lo cual significa que el(la) investigador(a) ya tiene más o menos claro dónde va a colocar su atención. En los estudios descriptivos, no se establecen relaciones entre los conceptos y variables que se miden, sino que se tratan de manera independiente.</p>
<p>Correlacional</p>	<p>Los estudios correlacionales se enfocan en averiguar la relación existente entre dos o más conceptos o variables en un determinado contexto, lo cual implica medir cada una de estas y, luego, cuantificar y analizar la vinculación. En ese proceso, el(la) investigador(a) debe tener cuidado con las “correlaciones espurias”, referidas a variables que aparentan estar relacionadas, pero que, en realidad, no lo están. Gracias a los estudios correlacionales, se puede conocer el comportamiento de una variable a partir del comportamiento de otra u otras variables vinculadas. En ese sentido, se tendrá base para la predicción si se sabe que dos variables están correlacionadas y se conoce la magnitud de la asociación.</p>
<p>Explicativo</p>	<p>Aunque los estudios correlacionales poseen valor explicativo, los estudios explicativos de por sí van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos y del establecimiento de relaciones entre variables: su enfoque está en conocer las causas de los fenómenos físicos y sociales, es decir, llegar a saber por qué acontece un fenómeno y bajo qué condiciones se da, lo cual puede implicar saber, además, por qué se relacionan las variables. En ese sentido, no solo contienen los propósitos de los estudios de los demás tipos de alcance, sino que se puede esperar que los estudios explicativos posean un mayor nivel de estructuración.</p>

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 79-84).

De lo descrito en la tabla 3.2, ¿caso no es posible notar que estos cuatro tipos de alcance se encuentran, de alguna manera, en secuencia? Asimismo, ¿no queda más claro que unos tipos abarcan a otros? Por ejemplo, si la investigación está centrada en correlacionar variables, de manera previa habrá sido necesario describirlas. Asimismo, para la selección de variables, podría haber sido necesario previamente realizar una exploración de lo existente. De la misma forma, la correlación es uno de los principales aportes para establecer relaciones de causalidad (explicativas).

Este breve esquema, sin embargo, podría estar llevando a la preocupación sobre cuál o cuáles de los alcances conduce hacia un mejor estudio, pero esta preocupación estaría basada en una idea equivocada sobre los alcances. En principio, cuando se investiga, la secuencia a la que se hizo referencia tendrá su mayor énfasis en el tipo de alcance al cual se dirige la investigación. Por ejemplo, en el alcance exploratorio se puede diseñar una serie de herramientas y aplicarlas para empezar a dar a conocer un tema no muy explorado antes y ello puede resultar en una información muy vasta y útil para futuras investigaciones. Luego, como señalan Hernández, Fernández y Baptista, cada tipo de alcance “tiene sus objetivos y su razón de ser. [...] Que la investigación sea de un tipo u otro, o que incluya elementos de uno o más de estos, depende de cómo se planteen el problema de investigación y los antecedentes previos. La investigación debe hacerse ‘a la medida’ del problema que se formule” (2010: 87). Entonces, se debe perder cuidado respecto de qué alcance “es mejor” visto *a priori*. El alcance podrá terminarse de definir cuando el(la) investigador(a) se haya empapado en mayor medida del tema de investigación. Es más, no existe una obligación de declarar el alcance en la investigación como una categoría que la englobe⁹; no obstante, sí es necesario definir el diseño metodológico y ser lo más riguroso posible en su aplicación. El diseño hablará por el alcance.

Se había señalado también, en el subcapítulo 3.1, que el diseño metodológico dependía del alcance de la investigación. En ese sentido, cabe señalar que, a su vez, el alcance depende de dos factores, según Hernández, Fernández y Baptista: el conocimiento existente sobre el tema de investigación y la perspectiva que se pretenda dar al estudio (2010: 86). La tabla 3.3 esquematiza las ramas temáticas que parten de estos dos factores.

⁹ Sí puede ser recomendable mencionar el alcance principal en el resumen o en la introducción para aportar al panorama que se genera al lector o lectora cuando desea saber de qué trata la investigación.

Tabla 3.3
¿Cómo podría iniciar el estudio?

Conocimiento sobre el tema	Inicia como exploratorio	Si la literatura revela que no hay suficientes antecedentes sobre el tema o que no son aplicables al contexto donde se desarrollará el estudio o si revela guías no estudiadas o ideas débilmente vinculadas con el tema.
	Inicia como descriptivo o correlacional	Si ya existen estudios que han identificado variables sobre las cuales se puede seguir trabajando e, incluso, adicionar nuevas que pudieran estar vinculadas.
	Inicia como correlacional	Si los antecedentes ya vinculan variables en la forma de hipótesis que fueron analizadas.
	Inicia como explicativo	Si la literatura revela que existen una o más teorías que pueden analizarse desde el tema de investigación.
Perspectiva del estudio	Inicia como exploratorio	Si, más allá de que el tema haya sido tratado de manera vasta en la literatura, se pretende realizar el estudio desde una nueva mirada, con la inclusión de nuevos conceptos o el cuestionamiento de lo previamente existente.
		Si, más allá de que el tema haya sido tratado de manera vasta en la literatura, se pretende realizar el estudio en un contexto relativamente distinto de lo ya existente.

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 86).

Por último, se había expresado que, para la especialidad de Ingeniería Industrial, la investigación no necesariamente terminaba en alguno de estos alcances. La razón es que, como se señaló en el primer capítulo, hay tres direcciones principales que puede tomar la investigación: la mejora de procesos, la modelación (investigación de operaciones) y el estudio de prefactibilidad. Estos tres grandes ámbitos buscan, en pocas palabras, o bien plantear una mejora o bien una innovación, dos conceptos que, por supuesto, no son mutuamente excluyentes. Entonces, el objetivo de la investigación tenderá a recaer en uno de ellos o, de manera parcial, en ambos. De esta manera, es de interés ver cómo se relacionan estas tres direcciones con los cuatro tipos de alcances y, a partir de allí, proponer cuál sería la continuación. Para ello, se ha elaborado la tabla 3.4.

Tabla 3.4
Consideraciones para la definición del alcance de la investigación en Ingeniería Industrial

Dirección	Alcance	Continuación
Mejora de procesos	Exploratorio, descriptivo	Planteamiento de la propuesta de mejora sobre la base del diagnóstico. Evaluación económica.
	Correlacional	Selección y descarte de variables. Planteamiento de la propuesta de mejora sobre la base de las variables prioritarias. Evaluación económica.
Modelación	Exploratorio, descriptivo	Diseño del modelo matemático, prueba y análisis de resultados. Cálculo/estimación de beneficios.
	Correlacional, explicativo	Selección y descarte de variables, definición de ecuación fundamental, cálculo de grado de correlación. Cálculo/estimación de beneficios.
Estudio de prefactibilidad	Exploratorio, descriptivo	Elaboración de la proyección financiera y análisis de retorno.

Como se puede ver, el alcance de la investigación en Ingeniería Industrial puede extenderse más allá de los tipos de alcance que inicialmente se han presentado. En principio, toda investigación, en general, apunta a un cambio en el ámbito donde se haya desarrollado y esto puede estar reflejado, por ejemplo, tan solo en el incremento del conocimiento sobre un determinado tema. Sin embargo, en el ámbito de la Ingeniería Industrial, la investigación tiene que estar necesariamente relacionada con un impacto en un contexto organizacional, ya sea de manera real o estimada, ya que se espera que el ingeniero e ingeniera industrial sea capaz de plantear y llevar a cabo proyectos de mejora en el ámbito laboral. Entonces, ese componente de incidencia directa en el cambio tiene que estar presente.

Esto no desmerece, no obstante, investigaciones que se constituyan como pasos previos que aporten a otras investigaciones que sí lleguen a efectivizar la incidencia. Al final, la manera como se piense la investigación terminará tomando en cuenta las expectativas que se presenten para ella. Por ejemplo, si se piensa en el contexto académico de la universidad, la cual sigue los lineamientos de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, y añade además sus propios requerimientos, como es lógico, la obtención del grado de bachiller podrá lograrse con una investigación centrada en uno de los cuatro alcances de la tabla 3.2; sin embargo, la investigación para licenciatura, al menos en la modalidad de tesis, deberá considerar las continuidades de la tabla 3.4.

3.3. Tipos de diseño metodológico

El tipo de diseño metodológico que se elija debe permitir responder la pregunta de investigación con un desarrollo detallado y sustento apropiado; no obstante, el “elegir” un diseño metodológico no significa que, únicamente, haya una variedad finita de diseños puestos en el mostrador para ser elegidos y que de no trabajar según ellos la investigación sufriría. En otras palabras, la creatividad, al menos al nivel más específico del diseño, debe fortalecer la flexibilidad para hallar la mejor manera alcanzar el objetivo principal de la investigación; sin embargo, a nivel general, siempre habrá un diseño base del que puedan guiarse, y es el que se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5
Nivel general de un diseño metodológico en Ingeniería Industrial

1	2	3	4	5
Marco teórico	Diagnóstico	Propuesta	Evaluación	Conclusión
Desarrollo de perspectiva teórica, identificación de variables prioritarias, conocimiento de estado del arte.	Conocimiento del contexto específico de la investigación, sus problemas y las variables de principal afectación.	Desarrollo de la mejora para elevar el nivel de eficiencia y/o eficacia del contexto evaluado.	Determinación del costo de implementación de la propuesta y/o estimación de beneficios.	Síntesis de la investigación mediante el resalte de los puntos más importantes, los sesgos y la continuidad.

Los puntos de la tabla 3.5 serán tratados a detalle en los capítulos siguientes de esta Guía. Por supuesto, el nivel específico de un diseño metodológico, en buena forma, será determinado por las herramientas de diagnóstico, análisis y mejora que

se estudian durante la carrera de Ingeniería Industrial, pero aplicadas a situaciones reales y complejas. Sin embargo, también será conveniente prestar atención a otros aspectos que también tienen preponderancia al momento de hacer un diseño, especialmente cuando el tratamiento es primordialmente estadístico. En ese sentido, si bien su trabajo está enfocado desde las disciplinas de las Ciencias Sociales y Humanidades, de la perspectiva teórica de Hernández, Fernández y Baptista (2010) puede extraerse una serie de elementos que caben sumarse al conocimiento del(la) investigador(a) en Ingeniería Industrial.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), en el *enfoque cuantitativo* existen, básicamente, dos tipos centrales de diseño metodológico: la investigación experimental y la no experimental. En el primer caso, se puede hablar de tres categorías: preexperimentos, experimentos "puros"¹⁰ y cuasiexperimentos. En el segundo, se puede hablar de diseños transversales y diseños longitudinales (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 123). Los autores presentan una nomenclatura compleja para subdividir los dos tipos centrales de diseño metodológico, la cual se ha intentado sintetizar en la tabla 3.7, pero, antes, en la tabla 3.6, se podrán ver las definiciones que presentan para dichos tipos.

Tabla 3.6
Definiciones sobre tipos de diseño metodológico principales

<p>Diseños experimentales</p>	<p>"Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes) dentro de una situación de control para el investigador."</p> <p>Hernández, Fernández y Baptista (2010: 123)</p>
<p>Diseños no experimentales</p>	<p>"Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos."</p> <p>Hernández, Fernández y Baptista (2010: 149; negritas colocadas por el autor)</p>

¹⁰ Hernández, Fernández y Baptista (2010) usan las comillas para encerrar la palabra *puros* cuando se refieren a esa categoría de experimentos.

Como puede verse, si bien el desarrollo de la investigación podría contener elementos que se ciñan a una u otra de estas definiciones, en la Ingeniería Industrial es más probable que el diseño sea cercano al no experimental, ya que llegarán a analizarse realidades en su propio contexto. Por ejemplo, si deben realizar mediciones o tomar datos, es más probable que lo hagan directamente en una planta de producción mientras esta está en plena operación. Es poco factible que la gerencia de dicha empresa permita que se destinen recursos para "crear" una situación experimental en aras de ser analizada para una investigación, menos si el(la) investigador(a) lo necesita para un fin externo. Puede haber mayores posibilidades si, de esa investigación, la empresa va a obtener un beneficio tangible. En todo caso, es más probable que se dé permiso para las mediciones o toma de datos de forma paralela a la operación real de la empresa.

Lo mismo acontece, por ejemplo, si se trata de un estudio de prefactibilidad. Un sondeo de mercado, por lo general, se va a realizar con encuestas y estas se aplicarán según un muestreo probabilístico. Es más complicado, si bien no imposible, que se pueda conseguir a un conjunto de personas objetivo que acepten separar tiempos para participar en un experimento diseñado para evaluar un producto o servicio nuevo y hacer variaciones a los elementos de este producto o servicio en el proceso para verificar sus distintas reacciones. Es más, en ese caso, podría ser necesario que las personas evaluadas necesiten tener un tiempo para familiarizarse con el nuevo producto o servicio (una aplicación de celular, por ejemplo) y ello generaría mayor complejidad.

Lo anterior por ningún motivo ha sido puesto para provocar desmotivación, sino para evitarla en caso se haga frente a una realidad adversa. Lo primero que debe hacerse es plantear el diseño metodológico para la investigación con el mayor detalle posible, donde se verá qué herramientas seguirán un enfoque experimental y qué otras uno no experimental. En otras palabras, la concentración inicial pasa por seleccionar y elaborar lo que se proyecta que será la mejor forma de responder a la pregunta de investigación, tomando en cuenta los recursos disponibles. Después, por supuesto, será la hora de ejecutar el diseño y, allí, evaluar la manera de superar las dificultades en la recolección de datos que pudieran presentarse, ya sea a través del ajuste de algunas herramientas o al proponer otras. Ahora, según lo comentado anteriormente, se presenta la tabla 3.7.

Tabla 3.7

Nomenclatura de diseños metodológicos desde el enfoque cuantitativo según Hernández, Fernández y Baptista (2010)

Diseño experimental	Preexperimentos	
	Experimentos "puros"	Diseño con posprueba únicamente y grupo de control
		Diseño con preprueba, posprueba y grupo de control
		Diseño de cuatro grupos de Solomon
		Diseños experimentales de series cronológicas múltiples
		Diseños factoriales
Cuasiexperimentos		
Diseño no experimental	Investigación transeccional o transversal	Diseños exploratorios
		Diseños descriptivos
		Diseños correlacionales-causales
	Investigación longitudinal o evolutiva	Diseños de tendencia (<i>trend</i>)
		Diseños de análisis evolutivo de grupos (cohortes)
		Diseños panel

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 135-161).

Hernández, Fernández y Baptista (2010), además de lo mostrado en la tabla 3.7, hacen referencia a las *encuestas de opinión*, a las que clasifican como un diseño no experimental transeccional que puede tomar elementos del (sub)diseño descriptivo y correlacional-causal; asimismo, resalta los *estudios de caso* y los describen desde su independencia para crear el mejor diseño metodológico que responda a un tema de investigación, para lo cual toman elementos de la investigación cuantitativa, cualitativa y mixta.

Esta Guía prioriza el enfoque cuantitativo, y, de la misma forma, respecto de la tabla 3.7, tiene la intención de priorizar y elaborar una definición para los diseños transeccional y longitudinal por la preponderancia del diseño no experimental en la especialidad de Ingeniería Industrial. Sin más preámbulo, la tabla 3.8 muestra sus definiciones según Hernández, Fernández y Baptista (2010) y ejemplos de cómo estos diseños se reflejan en investigaciones.

Tabla 3.8
Definiciones para diseño transeccional y longitudinal y ejemplos

Diseño	Definición	Ejemplos
<p style="text-align: center;">Transeccional</p>	<p>Refiere a la investigación en la cual se busca: "a) analizar cuál es el nivel o modalidad de una o diversas variables en un momento dado; b) evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo y/o; c) determinar o ubicar cuál es la relación entre un conjunto de variables en un momento" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 151).</p>	<p>Mejora de proceso:</p>
		<p>Diagnóstico y análisis de costos de mantenimiento en un taller metalmecánico que trabaja con línea amarilla.</p>
		<p>Investigación de operaciones: Descripción y modelación del proceso de adquisición y asignación de autopartes en una planta de ensamblaje de vehículos.</p>
<p style="text-align: center;">Longitudinal</p>	<p>Refiere a la investigación en la cual se busca: "a) estudiar cómo evolucionan una o más variables o las relaciones entre ellas, y/o b) analizar los cambios a través del tiempo de un evento, una comunidad, un fenómeno, una situación o un contexto" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 151).</p>	<p>Estudio de prefactibilidad:</p>
		<p>Identificación y caracterización de la percepción de un determinado mercado sobre la introducción de un nuevo servicio de pintado y planchado de automóviles.</p>
		<p>Mejora de proceso:</p>
<p>Mapeo de la evolución del cumplimiento de especificaciones en una fábrica textil para un conjunto de prendas mediante el control estadístico de la calidad.</p>		
<p>Investigación de operaciones:</p>		
<p>Modelación mediante cadenas de Markov de las probabilidades de lluvia según intensidades en un año en una región del norte.</p>		
<p>Estudio de prefactibilidad:</p>		
<p>Cálculo de la tendencia en el nivel de aceptación de una nueva bebida energética en un mercado determinado.</p>		

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 151-161).

Para concluir, se debe recordar que el diseño metodológico, sea la forma que tome, deberá priorizar entregar la respuesta más elaborada, argumentada y precisa posible a la pregunta de investigación. Una vez que esté siendo llevada a cabo su aplicación, el(la) investigador(a) podría descubrir que es necesario hacer ajustes al diseño, sin embargo, deberá procurar no desviarse de lo que inicialmente haya planteado como objetivo principal.

Cabe mencionar, además, que la presente Guía se centra en investigaciones propuestas desde una perspectiva individual y no como representación de una institución determinada, como una empresa o universidad, en cuyo caso las posibilidades de acción podrían serían mayores debido al nivel de financiamiento.

CAPÍTULO

4

**QUÉ ES EL DISEÑO
METODOLÓGICO DE LA
INVESTIGACIÓN**

4.1. ¿Qué se entiende por marco teórico?

El marco teórico es aquel texto que usualmente irá antes de la explicación de la metodología como parte del reporte de investigación. Asimismo, el marco teórico, como lo señalan Hernández, Fernández y Baptista, es el producto que se obtiene del *desarrollo de la perspectiva teórica*, la cual sustenta teóricamente el estudio (2010: 52). ¿Qué implica este desarrollo? Implica, según Rojas (2002), “exponer y analizar las teorías, las conceptualizaciones, las investigaciones previas y los antecedentes en general que se consideren válidos para el correcto encuadre del estudio” (citado en Hernández, Fernández y Baptista 2010: 52; las cursivas son de los autores). Adicionalmente, si hay definiciones importantes que van a conformar parte del estudio, pueden presentarse dentro del marco teórico en una sección determinada. Por ejemplo, términos de una norma de calidad que será usada para el análisis o términos que haya creado específicamente una organización para ser utilizada a nivel interno.

El marco teórico en sí sitúa el estudio en una línea de investigación determinada y se nutre de otras investigaciones que se hayan realizado en esa línea. Asimismo, la perspectiva teórica, siguiendo el razonamiento de Hernández, Fernández y Baptista (2010), no implica necesariamente que la investigación deba basarse en una teoría previa, esa es solo una posibilidad. Sí implica, por otro lado, el establecimiento de la conexión de la propia investigación con otras investigaciones que hayan tratado el tema estudiado. Con el fin de conocer qué funciones específicas cumple la perspectiva teórica, la tabla 4.1 muestra la síntesis de los siete puntos que presentan Hernández, Fernández y Baptista (2010).

Tabla 4.1
Funciones del desarrollo de la perspectiva teórica

Prevención de errores de otras investigaciones	Orientación para el propio estudio: clases de estudios efectuados, tipos de participantes, método de recolección de datos, lugares implicados, diseños utilizados	Ampliación del horizonte de estudio u orientación para centrar a quien investiga
Documentación de la necesidad del estudio	Conducción para el establecimiento de hipótesis o fundamentación para su no inclusión	Generación de inspiración de nuevas líneas y áreas de investigación
		Provisión de marco de referencia para interpretar resultados

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 52).

El peor error que podría cometer un(a) investigador(a) en Ingeniería Industrial es creer que el marco teórico es tan solo un “trámite” para que su investigación “cumpla con el requisito de tenerlo”; asimismo, que lo único importante es la aplicación de una serie de fórmulas a la data recolectada para lograr un conjunto de resultados, como si tan solo se estuviera resolviendo un examen y no se estuviera llevando a cabo una investigación seria. El marco teórico está destinado a proveer la solidez que toda investigación necesita y es la base donde se asienta el nuevo estudio.

4.2. ¿Qué se entiende por revisión de la literatura?

Se puede deducir, de lo explicado en el subcapítulo anterior, que una de las actividades principales para la construcción del marco teórico es la revisión de la literatura. En el capítulo 2 ya se había hablado sobre este tema; no obstante, es para la construcción del marco teórico que adquiere una preponderancia mayor. Para entender qué es la revisión de la literatura, se tomará en cuenta la siguiente definición:

La **revisión de la literatura** implica *detectar, consultar y obtener la bibliografía* (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que *extraer y recopilar* la información relevante y necesaria para enmarcar nuestro problema de investigación. Esta revisión debe ser *selectiva*, puesto que cada año en diversas partes del mundo se publican miles de artículos en revistas académicas, periódicos, libros y otras clases de materiales en las diferentes áreas del conocimiento. [...] En ocasiones, revisamos referencias de estudios tanto cuantitativos como cualitativos, sin importar nuestro enfoque, porque se relacionan de manera estrecha con nuestros objetivos y preguntas (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 53; las negritas y cursivas son de los autores).

Esta definición resume en buena medida lo que debe hacerse; sin embargo, para el “cómo” los caminos pueden ser inmensamente variados: cada persona podrá tener su propio método diseñado por ella misma, con el cual sienta mayor comodidad, o podrá ir definiendo un método sobre la marcha para la revisión de la literatura, según lo que se adapte a sus necesidades. Esta revisión, no obstante, estará restringida, de cierta manera, por las fuentes a las que se pueda acceder y el tiempo que exista para la revisión. Lo que sí puede hacerse es proveer recomendaciones que ayuden a estructurar la revisión bibliográfica y proveer de un orden para el avance. De por sí, en el subcapítulo 2.7 ya se brinda una serie de recomendaciones basadas en Fernández y Del Valle (2016) sobre qué considerar y qué no para una revisión bibliográfica, y esas recomendaciones se aplican totalmente a este punto, también (es parte del mismo proceso). Lo que se muestra ahora es una síntesis de las recomendaciones de Hernández, Fernández y Baptista (2010) para el mismo propósito, la cual se ubica en la tabla 4.2.

Tabla 4.2
Recomendaciones adicionales para la revisión de la literatura

<p>Inicio de la revisión</p>	<p>Al inicio, consultar a expertos en el tema y buscar fuentes primarias.</p> <p>En la búsqueda de referencias en bases de datos electrónicas, hacer uso estratégico de palabras clave. Además del español, considerar el inglés.</p> <p>Afinar la búsqueda mediante las opciones avanzadas, como rango de fechas y conectores entre palabras, por ejemplo.</p> <p>Prestar atención solo a referencias que se relacionen estrechamente con el tema de investigación.</p> <p>No dejar de lado bases de datos físicas que se consultan manualmente.</p> <p>Al usar internet en general, considerar solo sitios con información científica o académica de calidad.</p>
<p>Obtención de la literatura</p>	<p>Identificadas las referencias bibliográficas, descargarlas o localizarlas en las bibliotecas físicas y electrónicas, hemerotecas, videotecas u otras fuentes.</p>
<p>Consulta de la literatura</p>	<p>Priorizar la revisión de libros, artículos científicos, ponencias o trabajos presentados en congresos y eventos.</p> <p>Por eficiencia de tiempo, para libros, iniciar con la revisión del índice; para artículos, con la revisión del resumen y palabras clave y, de ser necesario, las conclusiones.</p> <p>Seleccionar lecturas de utilidad y descartar las que no lo sean (incluidas fuentes primarias). Para la selección, considerar las siguientes cuestiones: relación de la referencia con el problema de investigación, los aspectos que trata, si ayuda a que el propio estudio se desarrolle con mayor rapidez y profundidad, y la óptica y perspectiva con que se aborda el tema.</p> <p>Para el análisis de referencias, considerar lo siguiente: similitud con el planteamiento, semejanza con el método y la muestra, fecha de publicación, que se trate de investigación empírica, y su rigor y calidad.</p> <p>Anotar los datos de identificación de las referencias seleccionadas.</p>
<p>Extracción de contenido</p>	<p>Una o varias ideas. Comentarios. Una o más cifras. Uno o un conjunto de resultados. Resúmenes (o generación de resúmenes de textos).</p>

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 53-59).

No es la intención de esta Guía presentar un método detallado sobre cómo se puede realizar la búsqueda bibliográfica ni sobre cómo organizar las referencias. Sin embargo, para el primer caso, se puede decir que el Sistema de Bibliotecas PUCP

brinda talleres sobre cómo usar la vasta gama de recursos con los que cuenta para la revisión bibliográfica, y ello, por supuesto, implica lineamientos que pueden utilizarse en medios fuera de dicho Sistema, ya que este está conectado con fuentes directas para la búsqueda. Por ejemplo, el Sistema conduce a la página principal de revistas especializadas y allí se hace uso de su propio buscador. Una de las ventajas del Sistema PUCP es que, para estudiantes y docentes, muchas de las descargas de artículos son gratuitas.

En el segundo caso, libros como los de Fernández y Del Valle (2016) y Eco (2001), junto con el de Hernández, Fernández y Baptista (2010) –guías para este documento–, ofrecen mecanismos de extracción y ordenamiento de información. En este sentido, de ser necesario, parte de la investigación será recurrir a dichas fuentes para fortalecer su capacidad de búsqueda, extracción y ordenamiento de información.

4.3. Lineamientos útiles para la construcción del marco teórico

Este subcapítulo responde a la pregunta: “¿cómo actúo según lo que encuentre en la revisión bibliográfica?” De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista, son cinco los casos que pueden presentarse, los cuales van desde la existencia de una teoría completamente desarrollada respecto de lo que se está investigando hasta guías no estudiadas e ideas débilmente relacionadas con el tema que se está tratando (2010: 59). Los autores citados proponen una serie de lineamientos para construir el marco teórico según cada caso, los cuales se sintetizan en la tabla 4.3. No obstante, antes de pasar a esta, se debe aclarar el concepto de *teoría*:

[...] una **teoría** es un conjunto de proposiciones interrelacionadas, capaces de explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno. En palabras de Kerlinger y Lee (2002): la teoría constituye un conjunto de constructos (conceptos) vinculados, definiciones y proposiciones que presentan una visión sistemática de los fenómenos al especificar las relaciones entre variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos.

Las teorías pueden estar más o menos desarrolladas y tener mayor o menor valor (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 60; las negritas son de los autores).

Un ejemplo de teoría que rápidamente se viene a la mente y que es utilizada en la Ingeniería Industrial es la *teoría de colas*, iniciada por el danés Agner Krarup Erlang. Como bien se conoce (o se llegará a conocer), la teoría de colas estudia los equilibrios que se dan en sistemas donde el mecanismo de movimiento se da por *clientes* (de manera genérica) que ingresan a un *espacio* para ser atendidos por uno o más *servidores* y considera *tasas de llegada a y salida de dicho espacio*, las cuales dependen de la *capacidad* de este y de la *naturaleza de la población* (finita, infinita). Entonces, se modela matemáticamente distintos tipos de sistemas para poder estudiar el movimiento en cada uno de ellos.

Tabla 4.3
¿Qué considerar para el marco teórico?

<p>Teoría completamente desarrollada sobre este tema</p>	<p>Tener cuidado en investigar un tema ya estudiado de manera bastante amplia, ya que no habría un aporte real.</p> <p>Dar un nuevo enfoque al estudio, como plantear nuevas preguntas de investigación sobre aspectos que no ha resuelto la teoría o por motivo de profundización. Asimismo, lo que es más común, aplicar la teoría a un contexto nuevo.</p> <p>Explicar la teoría de forma detallada, proposición por proposición en su forma actual o enfatizando su evolución de manera cronológica.</p> <p>Explicar, además, cómo se aplica la teoría al problema de investigación (lo cual proporcionaría la justificación).</p>
<p>Varias teorías aplicables al tema</p>	<p>Se dan tres alternativas: elegir una teoría y trabajar como en el punto anterior, adoptarla como base sin que necesariamente sea exclusiva o tomar partes de distintas teorías para la construcción del marco teórico.</p> <p>En la primera alternativa, elegir aquella teoría que tenga mayor conexión con el problema de investigación.</p> <p>En la segunda alternativa, de la misma forma, elegir la teoría que presente mayor relación con la investigación y agregar elementos de otras teorías que puedan resultar útiles.</p> <p>En la tercera alternativa, tomar de las teorías existentes solo los elementos que se relacionen con el estudio. Este proceso debe ser cuidadoso en no caer en redundancias o contradicciones.</p>
<p>Partes de teorías aplicables al tema</p>	<p>En este caso, más que tomar una o más teorías, construir la perspectiva teórica a partir de lo existente.</p> <p>El marco teórico se construye mediante comentar el o los estudios previos relacionados. En este sentido, comentar implica describir el estudio en cuanto al contexto en que se realizó y los resultados y conclusiones a los que se llegó.</p> <p>Como es de esperar, habrá más de un estudio por comentar. En ese sentido, la redacción debe conectar los comentarios siguiendo un orden determinado, ya sea de manera cronológica o haciendo referencia a las variables (o proposiciones) del propio estudio.</p> <p>Incluso, es posible organizar las proposiciones de la investigación para generar tentativamente una teoría que podrá ser estudiada a futuro. Por supuesto, las proposiciones deberán recibir sustento de otros estudios.</p>

<p>Descubrimientos interesantes relacionados con el tema, pero que no conforman una teoría</p>	<p>Al igual que en el punto anterior, organizar los estudios previos y los comentarios que se realicen sobre ellos de una manera coherente. En ese sentido, deberá destacarse lo más relevante de cada caso y citar los estudios como puntos de referencia.</p>
<p>Guías no investigadas e ideas débilmente relacionadas con el tema</p>	<p>Buscar literatura que, de alguna manera, proporcione una orientación para el estudio, al menos como referencia. Ello implica, además, que no necesariamente dicha literatura se referirá directamente al problema de investigación estudiado.</p>

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 60-65).

La tabla 4.3 se presenta a modo de sugerencias. Al final, cada investigador o investigadora imprimirá su propio estilo a su marco teórico, seguramente teniendo presentes las recomendaciones que haya recibido y su propio aprendizaje a partir de la revisión de la literatura respecto de cómo están redactados otros marcos teóricos. Tan solo deberá saber que la redacción es uno de los puntos álgidos de un marco teórico (de cualquier parte de la investigación, en realidad, pero es en el marco teórico donde más se percibe) y se debe tener mucho cuidado no solo con cumplir los aspectos formales de una redacción en sí misma, sino de lo que implica un texto académico. En el capítulo 8 se trabajará más este aspecto.

4.4. Estructuración del marco teórico

¿Cómo se trabaja la estructura del marco teórico? Eso dependerá, en primer lugar, de aquello que se pretenda enfatizar. En segundo lugar, de las variables, proposiciones y situaciones que se deban explicar y analizar. Finalmente, del resultado de la revisión de la literatura. Esto, en cuanto a la forma. En relación con el contenido, será importante “absorber” intelectualmente las palabras de Hernández, Fernández y Baptista:

Al construir el marco teórico, debemos centrarnos en el problema de investigación que nos ocupa sin divagar en otros temas ajenos al estudio. *Un buen marco teórico* no es aquel que contiene muchas páginas, sino que trata con profundidad únicamente los aspectos relacionados con el problema, y que vincula de manera lógica y coherente los conceptos y las proposiciones existentes en estudios anteriores. Este es otro aspecto importante que a veces se olvida: construir el marco teórico no significa solo reunir información, sino también ligarla e interpretarla (en ello la redacción y la narrativa son importantes, porque las partes que lo integren deben estar enlazadas y no debe “brincarse” de una idea a otra) (2010: 66; las cursivas son de los autores).

Lo expresado en este párrafo son consejos que seguramente se han escuchado de asesores y asesoras, o de otros profesionales en talleres de investigación, por ejemplo. En otras palabras, un marco teórico es un texto donde se debe apreciar la línea de razonamiento seguida, con ideas sustentadas en citas y conexiones entre las mismas, hasta llegar a determinadas conclusiones. Un marco teórico no es una recopilación de citas que se van introduciendo con una conexión mínima solo para dar la “buena impresión” de que se ha investigado. Incluso, y esto puede sonar a crudeza, si ha costado esfuerzo o dinero conseguir una determinada referencia bibliográfica, y al final se llega a la cuenta de que no tiene que ver mucho con la investigación o no resulta relevante, debería suprimirse la tristeza (o amargura) y considerar dejarla de lado, ya que quizá sea lo mejor.

Volviendo al tema de la forma, Hernández, Fernández y Baptista (2010) proporcionan dos métodos para elaborar el esquema interno del marco teórico: el de mapeo y el de índices. En ambos casos, se llega al mismo resultado: un índice detallado con títulos y subtítulos y la distribución de referencias que se va a incluir en cada uno, las cuales, a su vez, ayudaron a diseñar la subdivisión (revisar los métodos ejemplificados en Hernández, Fernández y Baptista 2010: 67-71). Lo que se desea proponer en esta Guía es una tercera forma de llegar al mismo resultado (pues sí, es un buen resultado al cual llegar). Para ello, se retoma un ejemplo que se trabajó en el subcapítulo 2.5. Aquella vez, se propuso la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el nivel de optimalidad en costo de abastecimiento que se puede lograr con un modelo de mezcla para la producción de comida en un restaurante de comida rápida en un centro comercial?

En aquella ocasión, se llegó a proponer la base de cinco objetivos específicos para la investigación representada en esta pregunta. A partir de ello, se llegó a un índice para el marco teórico respectivo. Al respecto, debe recordarse que la ejemplificación que viene a continuación es únicamente con fines didácticos; es decir, en definitiva, acarreará sesgo, ya que se habrá realizado sin la revisión bibliográfica respectiva.

Se recuerdan, de manera sucinta, los temas de los cinco objetivos específicos planteados:

- Selección de variables para el modelo
- Costos de abastecimiento
- Mecanismo de abastecimiento y modelo matemático
- Carta del restaurante (uso y combinación de productos abastecidos)
- Demanda por periodo horario

En primer lugar, se debe analizar qué elementos corresponde mantener en el marco teórico y cuáles enviar al diseño metodológico. Para ello, ir a la tabla 4.4, desde

donde se puede ver que ciertos elementos conviene tratarlos en el marco teórico; otros, en el diseño metodológico y, otros, en ambos; por ejemplo, los costos de abastecimiento. No hay que hacer un desarrollo teórico al respecto, simplemente son datos necesarios para poder hacer uso del modelo. Si se estuviera llevando a cabo una investigación diferente más de índole logística y mercadológica, que implicara un estudio sobre la evolución de los costos en el mercado de determinado producto o servicio, seguramente se incluiría un apartado en el marco teórico para tratar ese aspecto, pero no es la situación aquí.

Tabla 4.4
Distribución de elementos extraídos de objetivos en marcos teórico y metodológico

Selección de variables	Marco teórico	Presentación y descripción de las variables Justificación de la selección
	Diseño metodológico	-
Costos de abastecimiento	Marco teórico	-
	Diseño metodológico	Parte del procedimiento de recolección de datos y del modelamiento
Mecanismo de abastecimiento y modelo matemático	Marco teórico	Explicación del modelo genérico Justificación de uso del modelo
	Diseño metodológico	Parte del modelamiento
Carta	Marco teórico	-
	Diseño metodológico	Parte del modelamiento
Demanda por periodo horario	Marco teórico	Justificación de la importancia del modelamiento
	Diseño metodológico	Parte del procedimiento de recolección de datos y del modelamiento

Para modelos matemáticos en la investigación de operaciones, existe ya vasta teoría desarrollada, por lo que, siguiendo nuevamente la tabla 4.3, se puede considerar su primera opción. En esta investigación ficticia, más importante que hacer un tratado de la evolución de la teoría de la investigación de operaciones aplicada a este tema es ir directamente a la descripción del modelo genérico que se usa en casos de mezcla

y explicar su funcionamiento de manera detallada: variables, función objetivo, tipos de restricción y rangos. En este punto, será importante acompañar la presentación de referencias sobre estudios que hayan hecho uso del modelo de mezcla para contextos y operaciones similares (restaurantes de comida rápida o restaurantes en general, en Perú o algún país de contexto socioeconómico equivalente).

Será momento de pensar, después de ello, en el caso particular. Al ser un modelo genérico, en definitiva, pasará por adaptaciones para reflejar la realidad que se va a modelar. En ese sentido, de lo anterior, se puede hacer una conexión con la explicación de las variables que se van a utilizar para el caso de estudio, con la justificación de nuevas variables (y exclusiones) y, de todas maneras, elementos de la realidad que no hayan sido modelados por el modelo genérico. Por supuesto, durante la etapa del marco teórico aún no se conocerán todas las adaptaciones que habrán de hacerse (o quizás ninguna); no obstante, para el presente ejemplo, se considera que sí se tendrá ese conocimiento o un breve panorama del mismo. Además, esta parte deberá acompañarse, en la medida de lo posible, de referencias de estudios donde se hayan hecho adaptaciones similares. Esto no necesariamente implica que en el marco teórico se vayan a presentar las nuevas restricciones listas para usar, sino la sustentación de por qué se usarán restricciones adicionales de determinada índole y, de ser el caso, el porqué de las exclusiones.

Finalmente, está quedando hacer la conexión con el mercado: ¿por qué es importante hacer este modelamiento? En esta sección se puede, justamente, acorde con el esquema de la tabla 4.4, emplear el dato de la demanda de un restaurante así. Asimismo, se puede mapear la existencia de estos restaurantes en el distrito del restaurante bajo análisis e, incluso, en la ciudad. El asunto es resaltar la preponderancia de este tipo de restaurantes en el sentido de que pueden hacer uso de un estudio investigativo que les permita tener una herramienta matemática para agilizar sus procesos y disminuir sus costos. Sin embargo, al igual que en el párrafo anterior, no necesariamente durante la etapa del marco teórico se tendrán los datos específicos de las demandas del restaurante bajo análisis (y menos de otros), pero podrían encontrarse referencias en reportes de investigación de mercado sobre el consumo poblacional de ese tipo de servicio. De esta manera, se logrará mostrar la relevancia de la investigación. En cuanto a la novedad, ello dependerá de los antecedentes en investigaciones del tipo y en el contexto en que se esté trabajando. Si, por ejemplo, ya se ha hecho un estudio similar en la misma organización, no sería conveniente replicarla allí, a menos que se plantee un cambio radical en el modelo matemático empleado.

De esta forma, el índice del marco teórico podría quedar como sigue:

Capítulo 1. Marco teórico

- 1.1. El modelo de mezcla
 - 1.1.1. Definición y utilidad
 - 1.1.2. Las variables
 - 1.1.3. La función objetivo
 - 1.1.4. Las restricciones y el rango
- 1.2. Las características del caso
 - 1.2.1. Negocio y mapeo del proceso
 - 1.2.2. Las nuevas variables y la función objetivo
 - 1.2.3. Las nuevas restricciones y el rango
- 1.3. El mercado de los restaurantes de comida rápida
 - 1.3.1. Presencia de los restaurantes de comida rápida en la ciudad
 - 1.3.2. El tipo de restaurante de comida rápida bajo análisis
 - 1.3.3. La demanda de los restaurantes de comida rápida
- 1.4. Pregunta de investigación y objetivos
 - 1.4.1. La pregunta de investigación y la hipótesis
 - 1.4.2. El objetivo principal y los objetivos específicos

Debe recordarse que este índice de marco teórico actualiza el índice tentativo de la propuesta de investigación en la sección correspondiente (ver subcapítulo 2.6). Asimismo, se resalta que lo mostrado en el ejemplo no necesariamente es la única forma de trabajar en el asunto (se reitera que ha sido con fines didácticos y sin una revisión previa de la literatura respectiva).

Una vez terminado el marco teórico, seguirá el diseño (o marco) metodológico en el reporte de investigación (o tesis) y, posteriormente, el trabajo de campo para el diagnóstico situacional, capítulo siguiente de esta Guía.

5

**DIAGNÓSTICO
SITUACIONAL**

5.1. ¿En qué consiste el diagnóstico situacional?

Una vez establecidos el marco teórico y el diseño metodológico, el paso que sigue es la elaboración del diagnóstico situacional, la cual implica tres fases: la planificación de la recolección de datos, la recolección en sí misma y el análisis de los datos. Es importante tener presente que el diagnóstico situacional podrá tomar diferentes formas según el tema de tesis o de investigación que se esté desarrollando. Sin embargo, hay ciertas consideraciones que deberán tenerse en cuenta a la hora de planificar esta parte de la investigación (las cuales se sumarán a las provistas por el asesor o asesora de tesis, de ser el caso).

Antes de empezar por la planificación para la recolección de datos, será conveniente introducir una definición para el término *diagnóstico*.

Según la RAE (2019), 'diagnóstico' (y también 'diagnóstica') tiene las siguientes cuatro acepciones:

1. Perteneciente o relativo a la diagnosis.
2. Acción y efecto de diagnosticar.
3. Determinación de la naturaleza de una enfermedad mediante la observación de sus síntomas.
4. Calificación que da el médico a la enfermedad según los signos que advierte.

Mientras que la tercera y cuarta se refieren específicamente al ámbito de la medicina, la primera y segunda dejan, aún, espacio para la generalidad. Entonces, sobre las definiciones para 'diagnosis' y 'diagnosticar', se puede decir lo siguiente:

Diagnosis:

1. Acción y efecto de diagnosticar.
2. Descripción característica y diferencial abreviada de una especie, género, etc.
3. Diagnóstico (determinación de la naturaleza de una enfermedad).

Diagnosticar:

1. Recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza.
2. Determinar el carácter de una enfermedad mediante el examen de sus signos.

En cuanto a 'diagnosis', únicamente su primera acepción, que repite la segunda acepción para 'diagnóstico', deja espacio para la generalidad. Entonces, el enfoque va hacia 'diagnosticar' y es allí donde se encuentra lo que se buscaba, específicamente, en su primera acepción: "Recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza".

Se puede interpretar que el término *diagnóstico* tiene un origen en el ámbito de la medicina o el equivalente de tiempos pretéritos. En ese sentido, cuando se va al médico, lo primero que hace el o la profesional es diagnosticar su estado de salud mediante preguntas y algunas pruebas sencillas. En ese punto, los datos recolectados pueden ser suficientes o, quizás, sean necesarios otros exámenes. Una vez que este cuenta con la suficiente información, determina cuál es el procedimiento para alcanzar una curación. Por supuesto, este esquema presentado es bastante genérico, pero es la idea análoga de lo que puede pensarse para un trabajo de tesis o de investigación en general. De hecho, a menos que se esté tratando en un sentido metafórico, sería impropio hablar de “la curación de una empresa”; sin embargo, el diagnóstico ayuda a determinar cuáles son las características de una situación actual para saber por dónde dirigir una propuesta de mejora.

Se debe tomar en cuenta, también, que un diagnóstico, por su propia naturaleza, hace referencia a un punto en el tiempo, al momento o periodo en que se recolectaron los datos; es decir, no es una determinación para siempre. Hay una constante evolución de las cosas en cualquier situación y, si bien la propuesta de mejora estará enfocada en el diagnóstico previo establecido, será favorable, para un caso de aplicación real, que no exista una distancia muy amplia entre el momento en que se establece el diagnóstico y cuando se presenta (e implementa) la propuesta.



Se puede pasar, ahora sí, a la planificación para la recolección de los datos. En sí, de lo que se trata es de la selección de aquello que se va a medir, lo cual puede llevar el nombre de muestra. Por ejemplo, si la misión es medir el peso de la merma en una operación manual de torno, es necesario tomar en cuenta aspectos como los siguientes: ¿a qué operario u operarios se va a medir?, ¿en cuál o cuáles máquinas?, ¿con cuál o qué tipo de balanza se hará la medición?, ¿en qué momento o momentos del día?, ¿haciendo cuál o cuáles piezas? Como se puede ver, no es una cuestión tan sencilla, pero tampoco es complicada. Muchas veces, una vez que la caracterización de la medición está hecha, la verdadera complicación está en *tener acceso* a la medición; el resto corre por cuenta de el (la) investigador(a), que ya se encuentra preparado(a) teóricamente para el reto luego de una sólida formación recibida.

Se hace referencia, una vez más, a Hernández, Fernández y Baptista (2010) para trabajar conceptos que se pueden ubicar tanto en el presente como en el siguiente capítulo de la Guía. Lo primero que hay que tener presente es, justamente, que se va a necesitar una muestra donde se pueda aplicar una medición. Tanto la recolección de datos reales como la propuesta de mejora son importantes para presentar un trabajo de investigación. La invención de datos no solo es una falta ética grave, sino que, en la práctica, puede conducir a una toma de decisiones fallida; por lo tanto, se va a tener que construir la muestra. ¿Tiene que ser la muestra siempre estadísticamente determinada? En principio, es necesario aspirar a ello para poder determinar un nivel de confianza, pero la muestra podrá verse afectada por la envergadura de lo que se va a medir y la oportunidad de medición. Debe dejarse en claro en todo momento cómo se constituyó la muestra y cuáles fueron las dificultades encontradas.

Mucho influye, también, el alcance de la investigación y el grado de representatividad que se desee hallar respecto de una población. Puede darse el caso de que no se pueda alcanzar el número de elementos a medir que establece un nivel de confianza específico para representar una población y eso llevaría a la aceptación de que la muestra solo representará a una población más pequeña de la inicialmente considerada si se quiere mantener el mismo nivel de confianza. Asimismo, si se desea hacer una inspección del proceso de carga y descarga de maletas de aviones según una serie de indicadores para una compañía específica, será positivo determinar una cantidad representativa de ocasiones de medición de carga y descarga. Además, la eficiencia del proceso podrá variar según el tamaño de avión, el lugar de estacionamiento, la cantidad de personal disponible cada vez, el equipo utilizado y la congestión en la llegada de aviones. Si el investigador no tiene suficiente acceso para efectuar las mediciones que necesite, su representatividad deseada respecto de una población se verá afectada.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), se debe seguir el procedimiento de trabajo de la tabla 5.1.

Tabla 5.1
De la unidad de análisis a la muestra

<p>Definición de la unidad de análisis</p>	<p>Se refiere a los “individuos, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, etc.” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 173) sobre los cuales se va a realizar una o más mediciones.</p>
	
<p>Delimitación de la población</p>	<p>“[...] conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz <i>et al.</i>, 1980)” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 174). Hernández, Fernández y Baptista (2010) destacan que una deficiencia que se encuentra en trabajos de investigación es que no se describe lo suficiente las características de una población o que se considera que una muestra (cualquiera) puede representar automáticamente a una población. Asimismo, señalan que una población más grande no hace necesariamente “mejor” un estudio, sino que su calidad depende de la delimitación clara de la población en relación con el planteamiento del problema de investigación.</p>
	

Selección de la muestra

"[...] subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión [...]. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra logren generalizarse o extrapolarse a la población [...]. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 173).

Mertens (2005), resalta tres errores que deben evitarse al seleccionar la muestra: "1) desestimar o no elegir a casos que deberían ser parte de la muestra [...], 2) incluir a casos que no deberían estar porque no forman parte de la población y 3) seleccionar casos que son verdaderamente inelegibles [que presentan incoherencias]" (citado en Hernández, Fernández y Baptista 2010: 175).

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010).

Se ha presentado la base para el entendimiento del diagnóstico situacional. En el siguiente subcapítulo, se desarrollará más el concepto de muestra, el muestreo y la recolección de datos.

5.2. Consideraciones para la realización del diagnóstico

En el subcapítulo previo se planteó la pregunta sobre si la muestra debe siempre ser estadísticamente determinada; sobre ello, a la respuesta que se ofreció, se añade lo siguiente: las muestras pueden ser probabilísticas o no probabilísticas, cada una con características distintas. Se presenta la tabla 5.2 para identificar la diferencia.

Tabla 5.2
Muestra probabilística y no probabilística

Muestra probabilística	Muestra no probabilística
En una muestra probabilística, todos los elementos de una población tienen la misma posibilidad de ser escogidos. Asimismo, la muestra probabilística se obtiene, primero, mediante la definición de las características de la población; segundo, del cálculo del tamaño de la propia muestra, de manera que sea representativa a un determinado nivel de confianza; tercero, de la selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis.	En una muestra no probabilística, en cambio, la elección de los elementos que la van a conformar no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien genera la muestra, es decir, de las decisiones del investigador o equipo de investigadores que siguen determinados criterios.

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 176).

Se tratarán, primero, las **muestras probabilísticas**. Una vez que se ha definido la unidad de análisis y delimitado la población, corresponde pensar en el tamaño de la muestra. Por notación estadística, si bien no es el propósito de esta Guía el presentar fórmulas (ya que estas habrán sido trabajadas en los cursos de formación), es importante recordar ciertos detalles, como el hecho de que al tamaño de la población se le conoce como N y, al de la muestra, como n . Entonces, se necesita una n que represente a N con un cierto nivel de confianza o con un cierto nivel máximo de error, que es lo mismo, ya que es su complemento. Como señalan Hernández, Fernández y Baptista en simple, “el error máximo aceptable se refiere a un porcentaje de error potencial que admitimos tolerar de que nuestra muestra **no** sea representativa de la población (de equivocarnos)” (2010: 178; las negritas son de los autores). Puede intuirse que una mayor confianza requiere de una n más grande. Al pensar en un censo, se ve que su propósito es tener valores totales de ciertas características sobre una población. Si se puede lograr este objetivo, se podrá concluir con certeza (100%, sin redondeos por decimales) sobre una característica medida de la población. En la medida que N deja de ser N y pasa a ser n , con un tamaño reduciéndose, se empezarán a perder valores, por lo que empieza, a su vez, a aumentar el error. Ahora, si se observa este proceso en sentido contrario, se ve aumentar n hasta llegar a N , y un error que se va difuminando, ya que se van “recuperando” los valores. ¿Se puede notar la relación?

No se trabaja, por lo general, al nivel de censo, sino con grados de confianza; de lo contrario, se haría un consumo de recursos muy grande y se podría perder la oportunidad (¿recuerda el(la) lector(a) la idea de “caducidad” del concepto de diagnóstico?). Está generalmente aceptado trabajar o bien con un nivel de confianza de 95% (y error de 0.05) o bien de 99% (y error de 0.01), ya que suelen representar positivamente a una población. Sin embargo, la elección del mayor o menor grado de confianza dependerá de la precisión que se necesite para lo que se va a medir. Una revisión de la teoría estadística ayudará con el cálculo de n a partir de una serie de parámetros (asimismo, será necesario tener presente el *teorema del límite central*).

Otras formas de seleccionar una muestra son a través del muestreo probabilístico estratificado, con el fin de comparar resultados entre “segmentos, grupos o nichos de la población” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 180), y del muestreo probabilístico por racimos, “cuando las unidades de análisis se encuentran encapsuladas o encerradas en determinados lugares físicos o geográficos” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 182). Estas formas, que quedan para el estudio del lector o lectora, deben aplicarse según lo que necesite la investigación. En ambos casos, el principio de la aleatoriedad sigue siendo el mismo.

Convoca abordar, ahora, la revisión de la **muestra no probabilística**. Las muestras no probabilísticas pueden ser usadas tanto en la investigación cuantitativa como en la

cualitativa, pero tienen mayor preponderancia en este último tipo. La construcción de la muestra no se basa en que cada elemento a seleccionar de una población tenga la misma posibilidad de ser elegido respecto de otros, sino que sigue otros criterios. Por ejemplo, para Hernández, Fernández y Baptista, hay una única ventaja que presenta una muestra no probabilística para la investigación cuantitativa: “[...] su utilidad para determinado diseño de estudio, que requiere no tanto una ‘representatividad’ de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema” (2010: 190). Implícitamente, se puede decir que, siempre que se realice un proyecto de investigación con datos obtenidos donde la persona investigadora esté trabajando, se ha aplicado un muestreo no probabilístico para la selección de la organización. Luego, para la selección de la muestra a medir al interior de esta, se podrá aplicar un muestreo probabilístico.

Entonces, una muestra no probabilística se puede utilizar cuando la generalización a una población no es necesaria. En la investigación cualitativa, llega, a veces, hasta carecer de sentido pensar que el resultado de un estudio tenga que ser generalizado a una población. Esto se debe a que la investigación cualitativa se emplea, principalmente, en el trabajo con textos, audios, imágenes y personas, y busca construir un conocimiento que estructure el contenido de la data recolectada. De esa manera, se alcanza una profundidad no limitada por números respecto del ser interno de la fuente, que puede ser una persona, un grupo de personas o una comunidad, mayoritariamente.

Luego de haber construido la muestra, lo que corresponde es pasar a la recolección de los datos y es necesario elaborar un plan para ello. En cualquier oportunidad de recolección pueden presentarse contingencias que podrían afectar el proceso, por lo que se debe estar preparados. Asimismo, es crucial tener en cuenta que, en la investigación cuantitativa, los datos que serán recolectados deben responder a una medición, sin que esto implique que una investigación de este tipo, en general, no pueda considerar aspectos de metodología cualitativa. Sin embargo, como ya es de conocimiento, en la Ingeniería Industrial, en cuanto ingeniería, toma una mayor prioridad el ámbito cuantitativo, por lo que es necesario entender apropiadamente el concepto de la medición. Hernández, Fernández y Baptista (2010) presentan una interesante mirada al respecto:

De acuerdo con la definición clásica del término, ampliamente difundida, **medir** significa “asignar números, símbolos o valores a las propiedades de objetos o eventos de acuerdo con reglas” (Stevens, 1951). Desde luego, no se asignan a los objetos, sino a sus propiedades (Bostwick y Kyte, 2005). Sin embargo, como señalan Carmines y Zeller (1991), esta definición es más apropiada para las

ciencias físicas que para las ciencias sociales, ya que varios de los fenómenos que son medidos en estas no pueden caracterizarse como objetos o eventos, ya que son demasiado abstractos para ello (2010: 199; las negritas son de los autores).

Indudablemente, los objetos (y sujetos) cuyas propiedades (o atributos o cualidades) son susceptibles de medición van a ser muy distintos entre las diversas disciplinas; sin embargo, ello no invalida la presencia de conceptos que son transversales a toda investigación y, en ese sentido, se puede pensar en los instrumentos de medición. Ya sea que el(la) investigador(a) se encuentre en el mundo de las ciencias sociales o de las ciencias físicas (y las ingenieriles), es muy probable que *no* vaya a efectuar las mediciones utilizando únicamente su mente para registrar todos los datos generados y que pueden ser captados con los distintos sentidos según sea el tipo de investigación de que se trate, eso sería prácticamente imposible. ¿Se podría, por ejemplo, medir con precisión, haciendo uso de los dedos y un “cálculo mental”, el grosor de un papel a nivel de micras?

Se tiene que pensar, entonces, en los instrumentos de medición como aquello que va a permitir recolectar la data que se necesita para la investigación. Por ejemplo, si se está haciendo un estudio de mercado para sondear la aceptación de un nuevo tipo de producto comestible, probablemente se va a preparar un formato de encuesta con el contenido validado y se va a hacer algunos cientos de copias para poder aplicarla. Esa separata con preguntas sería el instrumento de medición, ya que es allí donde van a registrarse los datos. Lo que se haga después con estos corresponde al análisis, que suele implicar un ordenamiento previo de la recolección en alguna hoja de cálculo. Por lo tanto, si se aspira a que la data recolectada sea de verdadera utilidad para la investigación que se está realizando, es necesario que (el)los instrumento(s) de medición cumpla(n) con los requisitos de confiabilidad, validez y objetividad. La tabla 5.3 proporciona sus definiciones.

Tabla 5.3
Confiabilidad, validez y objetividad

Confiabilidad	Grado en que la aplicación repetida del instrumento de medición al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 200). Si un instrumento proporcionara mediciones suficientemente distintas en un proceso en que se esperaría que no fuera así (por ejemplo, una balanza que otorgue medidas distintas de peso para una misma cantidad de merma), habría que dudar de su confiabilidad.
----------------------	--

Validez	<p>Grado en que un instrumento de medición realmente mide la variable para la que fue diseñado. La validez se relaciona con tres tipos de evidencia: de contenido, de criterio y de constructo (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 201).</p> <p>La validez total implica los tres tipos de evidencia: mientras mayor sea la evidencia de validez de contenido, de criterio y de constructo, el instrumento alcanzará mayor precisión sobre la variable o variables que se desea medir (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 204).</p>	
	Evidencia relacionada con el contenido	<p>La validez de contenido valida un instrumento de medición en cuanto al grado en que este refleja un dominio de contenido de lo que se va a medir (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 201). En otras palabras, se trata de que el instrumento abarque las distintas dimensiones de una variable y no solo parcialmente.</p> <p>Si se va a sondear la aceptación de un nuevo servicio en un nicho de mercado, ir con una encuesta donde solo haya una pregunta como “¿le parece buena la idea?”, que incluso implica únicamente una respuesta de sí o no, proporcionaría una información muy simplista e insuficiente.</p>
	Evidencia relacionada con el criterio	<p>La validez de criterio valida un instrumento de medición mediante la comparación de sus resultados con los de otro criterio que pretende medir lo mismo (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 202). En otras palabras, se trata de cruzar información obtenida de distintos instrumentos dirigidos a un mismo objetivo para poder dar cuenta de la coherencia de los resultados.</p> <p>Por ejemplo, dos modelos matemáticos que busquen minimizar los costos de un mismo proceso manufacturero podrían ser confrontados mutuamente en cuanto al logro de su objetivo. En ese sentido, un modelo matemático también es una especie de instrumento de medición, ya que, para poder aplicarlo, requiere de datos dictados por las variables que incluye.</p>
	Evidencia relacionada con el constructo	<p>La validez de constructo valida un instrumento de medición respecto del grado en que representa y mide un concepto teórico, o <i>constructo</i>, el cual es “una variable medida y que tiene lugar dentro de una hipótesis, teoría o esquema teórico. Es un atributo que no existe aislado sino en relación con otros” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 203).</p> <p>Este tipo de evidencia requiere un mayor nivel de abstracción. Hernández, Fernández y Baptista sugieren las preguntas que se responderían con la validez de constructo: “¿el concepto teórico está reflejado en el instrumento?, ¿qué significan las puntuaciones del instrumento?, ¿el instrumento mide el constructo y sus dimensiones?, ¿por qué sí o por qué no?, ¿cómo opera el instrumento?” (2010: 204). Es posible hallar teoría en publicaciones científicas y libros que proporcione el sustento para la validez requerida.</p>

Objetividad

Grado en que el instrumento de medición es susceptible de ser influido por los sesgos y tendencias del investigador o investigadores que lo aplican (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 207). Asimismo, los mismos sesgos y tendencias pueden presentarse en las personas cuyas acciones proporcionan los elementos que van a ser medidos. La buena intención de alguien de no ser sincero en su opinión sobre un producto nuevo que no le gustó, o una velocidad distinta aplicada por un operario por su propio nerviosismo en una tarea cuyo tiempo está siendo medido, provocarían un desmedro en la objetividad.

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010).

Finalmente, cabe señalar un hecho muy importante, del que seguramente ya se tenía un entendimiento: un instrumento de medición puede existir listo para su uso, adaptarse a una nueva realidad o construirse desde cero desde la teoría o la investigación aplicada. Es más usual que o bien haya una adaptación o bien una construcción desde la teoría. Un caso común es el de los modelos matemáticos. Si el(la) lector(a) se dirige a cualquier libro de investigación de operaciones (Hillier y Lieberman 2010; Taha 2012; Winston 2005, como ejemplos), en la sección referente a la programación lineal se va a encontrar modelos matemáticos tipo que responden a distintas situaciones de optimización. De la forma en que están planteados los modelos en dichas secciones, es poco probable que puedan utilizarse directamente para un trabajo de investigación; es decir, son modelos donde se ha extraído lo esencial para poder ser una referencia de un caso mayor, un caso real.

El modelo del problema de mezcla, por ejemplo, usualmente incluye tres tipos de restricciones: la demanda de productos que debe satisfacerse, las limitaciones de insumos y las combinaciones de insumos que se necesitan para producir los productos; lo que se busca es minimizar los costos de aquellos. Una de las situaciones donde se puede usar un modelo de mezcla es en la fundición, como el caso de la tesis de Martínez y Cabrejos (2011). Allí, se empleó un modelo genérico propuesto por Kim y Lewis (1987) para este tipo de operaciones, el cual hacía énfasis en la reutilización de material, aparentemente de desecho, por la importancia del contenido del elemento químico utilizado para la aleación principal. Bajo ese principio, los tesisistas estudiaron el funcionamiento de una planta de fundición que, de por sí, ya tenía su propio proceso de reutilización de material. Fue así que introdujeron modificaciones importantes al modelo de Kim y Lewis (1987) para poder presentar un modelo personalizado, en la medida de lo posible, al proceso estudiado. De allí, con los datos ingresados al modelo, se obtuvieron resultados favorables relacionados con una nueva propuesta de combinación de insumos.

Evidentemente, las realidades suelen ser más complejas de lo que reflejan las teorías, pero estas, a su vez, son un insumo de alta importancia no solo para empezar a comprender lo que se presenta en frente, sino para profundizar en esa comprensión mediante un análisis destinado a clarificarlo. Lo que no se debe olvidar nunca es sustentar el instrumento de medición a partir de la revisión bibliográfica para saber qué expresa la teoría y la investigación aplicada al respecto. Asimismo, de ser posible, validar el instrumento con profesionales con conocimiento de causa (como el asesor o asesora de tesis, de ser el caso) e, incluso, antes de la aplicación oficial, hacer una prueba piloto para detectar posibles falencias y corregirlas. Por ejemplo, si se va a plantear la programación de un proyecto con asignación de recursos y costos por tarea, más vale que, primero, se haga una delimitación clara del inicio y el fin de cada tarea, qué implica y qué tipo de profesional se necesita para cumplirla, si es solo uno o más, y cuáles son las relaciones de precedencia entre las tareas, ya que no necesariamente el primer proyecto que se plasma sobre papel (o *software*) es el indicado para ejecutarse. Podría darse que haya precedencias que no son necesarias o que parte de algunas tareas puedan trasladarse a otras, que haya recursos subutilizados, que profesionales no sean asignados correctamente a las tareas que les corresponderían, y un gran etcétera. Este es solo un caso en que la falta de una prueba previa (y así tener datos que analizar para mejorar) podría conducir a las tan poco deseadas ineficiencias y reprocesos, que deberían siempre evitarse.

5.3. Técnicas para el diagnóstico de una empresa o proceso específico

Hasta el momento, se han visto dos aspectos fundamentales para desarrollar el diagnóstico situacional: el muestreo y la recolección de datos mediante instrumentos de medición; sin embargo, estos son transversales a la aplicación de un modelo teórico, herramienta o técnica determinada que responda al problema de investigación. Por simplicidad, se utilizará el término *técnicas* para referirse a aquello que se puede utilizar para el diagnóstico situacional. En ese sentido, con el enfoque puesto en la disciplina que se está tratando, la tabla 5.4 muestra una lista de ejemplos de técnicas que pueden utilizarse para la elaboración de diagnósticos según sea la situación organizacional que se esté tratando; por supuesto, la lista, que se encuentra clasificada por temáticas, no pretende ser exhaustiva. Asimismo, las técnicas que muestra podrían emplearse de manera individual o agrupada según sean las necesidades del problema de investigación. Cada investigador e investigadora deberá hallar la manera de construir el instrumento de medición más necesario y coherente para el propósito de su investigación.

Tabla 5.4
Ejemplos de modelos, herramientas y técnicas para diagnóstico

Tema	Para el diagnóstico
Ambiental	Identificación de impactos ambientales Evaluación del desempeño ambiental Análisis de ciclo de vida
Economía	Equilibrio de oferta y demanda Teoría del consumidor Teoría de la producción Teoría de los costos
Electrónica	Teoría de circuitos
Estadística	Estadística descriptiva Probabilidad Modelos probabilísticos Estimación de parámetros Pruebas de hipótesis Análisis de variables categóricas
Finanzas	Métodos de evaluación de proyectos Estado de situación financiera Estado de resultados Asignación de costos Sistema de acumulación de costos Medición de rendimiento y riesgo financiero Valorización de activos de capital Valorización de acciones
Gestión	Matriz FODA Modelo de las 5 Fuerzas de Porter Matriz BCG Cuadro de mando integral
Informática	Herramientas de análisis de sistemas Análisis orientado a objetos Herramientas CASE
Marketing	Investigación de mercado
Mecánica	Medición de esfuerzos y deformaciones Medición de trabajo y calor Ciclo termodinámico Psicrometría Aplicación de 1ra Ley de la Termodinámica Ensayos mecánicos Tratamientos térmicos Aleaciones y diagrama de equilibrio
Operaciones	Modelos de programación lineal Programación entera Programación por metas Gráficos de control estadístico Muestreo Herramientas de la calidad Diseño de experimentos Diagrama de tuberías e instrumentación Indicadores de la cadena de suministro Medición del desempeño de procesos Cadenas de Markov Generación de números aleatorios Pruebas de bondad de ajuste Generación de variables aleatorias Análisis de datos de entrada Simulación de eventos discretos Simulación de procesos Simulación de transferencias simples Análisis de datos de salida
Producción	Factores de distribución de planta Distribución de estaciones de trabajo Celdas de manufactura Manipulación de materiales Almacenes y almacenaje Localización de planta Análisis del flujo de materiales Relaciones de adyacencia Diagrama general de conjunto Diagrama de flujo de proceso Balance de masa Balance de energía
Seguridad	Diagnóstico de línea base Mapeo de peligros Matriz de evaluación de niveles de riesgos Plano de zonificación de sitios de trabajo Estudio ergonómico Análisis HAZOP

Adaptado de: Facultad de Ingeniería Industrial al 2018-2.

Se presentan, a continuación, algunos ejemplos sobre cómo pueden tomarse las técnicas de manera conjunta para elaborar diagnósticos:

- Si se desea lanzar un nuevo juguete terapéutico al mercado, lo primero que se debería pensar es, aparte del diseño del producto, la **investigación de mercado** propiamente dicha. En este caso, el instrumento de medición podría no solo ser la encuesta, sino también entrevistas semiestructuradas a personal médico, madres y padres de familia o, incluso, usuarios potenciales dentro de un rango de edad predefinido. Con los datos recolectados, sobre todo de la encuesta, se tendría necesariamente que aplicar la **estadística descriptiva** para poder obtener una primera fase de conclusiones. Finalmente, con estos resultados y lo expresado en las entrevistas, se podría armar una **matriz FODA** con el fin de establecer el panorama del negocio.
- Si se deseara realizar una mejora de los niveles de seguridad de una planta de embutidos, bien serviría, primero, conocer la planta y revisarla lo suficiente como para poder elaborar un **mapeo de peligros** que, a su vez, dé pie a un **diagnóstico de línea base**. Este podría complementarse con una **matriz de evaluación de riesgos** en una sección específica que permita proyectar una situación ideal o, de ser posible, efectuar una comparación respecto de una situación real mejorada sobre el estado de los riesgos en ese lugar. Justamente, una manera de analizar cómo se estaría trabajando en esa sección sería mediante la construcción de **diagramas de flujo de proceso**.
- Si se deseara optimizar el tiempo utilizado para la fabricación de una serie de piezas de ensamble en una planta que fabrica botellas de diversos tamaños y formas, una manera de estudiar la situación actual sería identificar las **celdas de manufactura** presentes, modelar los procesos de fabricación para **simulación** y **analizar los datos de entrada y de salida** para establecer un nivel de desempeño.

Se trata, entonces, de emplear las técnicas que se encuentran a disposición, no solo aquellas que han sido enseñadas, sino también aquellas que se puede ir aprendiendo en el camino, dado que la formación continua plantea una amplia gama de posibilidades. Asimismo, se debe recordar que, así como se han aplicado técnicas y se ha hecho muestreo y recolección de datos para el diagnóstico, de la misma manera puede hacerse para el planteamiento de la propuesta de mejora de ser necesario (se verán ejemplos de esto más adelante). En esa línea, se debe tener presente que lo que continúa a la recolección de datos es el análisis de los mismos, para poder obtener una serie de conclusiones sobre la situación actual. Justamente, el análisis de los datos, que puede tomar formas muy variadas según la técnica que se aplique, es la base de la propuesta de mejora. Este tema se desarrolla en el siguiente capítulo.

6

FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

6.1. ¿En qué consiste la propuesta de mejora?

La propuesta de mejora, tema que se trabajará en el presente capítulo, queda definida por sus propios términos. ¿Qué es lo que se va a plantear, de manera que pueda pasarse de la situación sobre la que previamente se ha definido un diagnóstico a una situación mejorada? Para saberlo, convendría, en primer lugar, saber reconocer qué sería una “situación mejorada”; es decir, ¿cómo uno se puede dar cuenta de ello? A este respecto, es muy importante recordar la máxima ingenieril que es necesario tener siempre presente: *no puede mejorarse lo que no puede medirse*. Por supuesto, esta frase puede someterse a cuestionamiento. No obstante, será positivo guiar su interpretación según lo siguiente: *no puedo darme cuenta de qué está mejorando si no hay indicios previos que me permitan esa interpretación*. Para presentar una mirada distinta que conduce al mismo punto: “Es importante cuantificar el problema para determinar si los beneficios esperados de poner en práctica una solución son mayores que los costos o consecuencias de realizar el proyecto y, de ser así, por cuánto” (Gido y Clements 2007: 27).

Un aspecto es *poder mejorar algo* y, otro, *poder medir algo*; sin embargo, la solidez de un trabajo estará presente en poder presentar una serie de mediciones que “evolucionan para bien” luego de una mejora. Allí, se halla sustento cuantitativo de que lo que se ha hecho es una mejora; sin embargo, no se puede dejar de lado que el tener esas mediciones iniciales (que conforman, justamente, el diagnóstico) permite enfocar las acciones de mejora. El diagnóstico puede presentar un rango amplio de detalles que pueden constituirse como oportunidades de mejora, pero, quizás por motivos de recursos, no sea posible aprovecharlas todas; por lo tanto, se escoge sobre qué mediciones se va a trabajar.

Cabe plantear, al respecto, la siguiente pregunta: ¿cuál es el grado en que deben cambiar las mediciones para poder decir que se ha logrado una mejora? Esta cuestión podría suscitar los más candentes debates en cualquier situación organizacional (e, incluso, si el(la) lector(a) es estudiante de pre o posgrado, en su relación con su asesor o asesora). Si usted es un gerente de planta de un taller de mantenimiento de línea amarilla que ha llegado a trabajar hace tres meses, donde se ha determinado que se necesita un sistema de gestión de calidad ISO 9001, pero la aprobación del presupuesto para el proyecto no depende de usted, sino, en última instancia, del gerente general. Se prepara un sustento con el mayor de los esmeros, donde se enfatiza el gran beneficio que se obtendría, ya que, en la actualidad, el estado de la planta es deplorable (desorden y falta de higiene, flujo ineficiente de personas,

documentación incompleta, abastecimiento tardío de piezas y EPP, carencia de indicadores de control, etc.). No obstante, resulta que el gerente general, por más que se ha insistido, se niega a poner en práctica cualquier cambio. Piensa que, con unas cuantas acciones y unas “buenas” llamadas de atención (por no describirlo de otra manera) se pueden solucionar los problemas. Finalmente, nada se hace y la planta no llega a “levantar cabeza”. Para colmo, se le atribuye a usted la responsabilidad del “desastre silencioso” que fue acumulándose en el tiempo, incluso desde antes de su llegada. Esta situación, o su equivalente, es más común de lo que se piensa; sin embargo, a nivel académico, la cuestión toma un rumbo distinto.

Académicamente, en principio, la mirada es más amplia respecto de lo necesario para proyectar una mejora; no obstante, ello no invalida el debate sobre el nivel de mejora que se espera lograr con una propuesta. Además, si bien no necesariamente se va a llegar al extremo del caso descrito en el párrafo anterior, sí hay, por supuesto, una consideración de los recursos que se van a utilizar para el cambio. Indudablemente, un análisis costo-beneficio puede detectar que la mejora por lograr no justifica el nivel de recursos empleado. De hecho, en una situación real, solo los gerentes principales de una organización están al tanto del presupuesto que puede emplearse para un proyecto de mejora, según el cual proveerán una aprobación o un rechazo (el segundo puede darse, incluso, con una mente abierta y una consideración favorable sobre el proyecto). En cambio, en un ámbito más a nivel teórico, la evaluación sobre la razonabilidad de lo que se está proponiendo quedará en manos de las personas que califiquen la propuesta (por ejemplo, los jurados de tesis si se trata de ese documento).

Sería poco razonable proveer criterios fijos (que no los hay) para determinar qué porcentaje de mejora se acepta como “mejora” y qué porcentaje de gasto se acepta como aceptable para lo planteado. Cada situación es diferente, cada enfoque es diferente (en relación con el entendimiento de la persona que investiga) e, incluso, lo es cada momento de oportunidad. Aun así, el punto positivo es que existen medios para desarrollar y fortalecer el propio criterio, como son la revisión bibliográfica, los informes institucionales que a veces son subidos a las páginas web de las organizaciones, las asesorías de profesionales experimentados en el tema, las entrevistas a funcionarios y gerentes, los reportajes sobre economía de los diarios importantes, etc. Por eso, investigar es una actividad tan completa en el ámbito educativo. En el siguiente subcapítulo, se tratará una serie de consideraciones cuyo enfoque ya no estará en la idea de “la mejora”, sino en el del “análisis”.

6.2. Consideraciones para estructurar la propuesta de mejora

Como ya se ha mencionado antes, el análisis clarificará el panorama para tomar la decisión sobre dónde enfocar los esfuerzos de mejora y qué indicadores se desea cambiar. Para citar una vez más a Gido y Clements: “Los beneficios y consecuencias,

las ventajas y desventajas de cada oportunidad deben considerarse y evaluarse, y pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos, o tangibles e intangibles” (2007: 27). Entonces, ciertamente no se puede caer en lo que comúnmente se llama “profecía autocumplida”; es decir, no se debe aplicar una técnica de mejora tan solo por tener algo que mostrar y con un análisis previo “de relleno”, sin mayor planificación ni reflexión.

Si bien, como se ha visto, hay diversas formas de establecer un diagnóstico según sea el tema de investigación, tal y como se mostró en el capítulo 5, entre las técnicas más generalizadas de análisis están, por un lado, la estadística descriptiva, para un análisis de entrada de la data y, por otro, la estadística inferencial, para un análisis de mayor profundidad. Las tablas 6.1 y 6.2 presentan un breve resumen de los conceptos y tipos de medidas de estos dos tipos de análisis.

Se debe entender a la estadística o bien como el elemento central de un análisis cuantitativo o bien como un excelente complemento de algún otro tipo de análisis. Por ejemplo, si se está tomando tiempos sobre la duración de determinada tarea manual, no se va a tomar una o dos mediciones, sino varias, y estas, con certeza, van a tener duraciones distintas. Cuando se tengan los datos registrados, lo primero que pedirá la lógica ingenieril será hallar un promedio de dichas duraciones (siempre y cuando se hayan tomado las mediciones bajo las mismas condiciones) y eso ya es aplicar estadística –en este caso, descriptiva– más allá de lo que se vaya a efectuar con esa data (por ejemplo, formar un tiempo estándar).

Tabla 6.1
Acerca de la estadística descriptiva

Estadística descriptiva para cada variable (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 287-297)	
Distribución de frecuencias (pp. 287-292)	Tablas de categorías simples o agrupadas; frecuencias por conteo (absoluto o acumulado) y por porcentaje (en general), porcentaje válido (excluye valores perdidos) y porcentaje acumulado (aumento progresivo hasta 100%); histogramas, gráficas circulares (o de torta), gráficas de barras confrontadas y polígonos de frecuencias.
Medidas de tendencia central (pp. 292-293)	<p>Moda: “[...] categoría o puntuación que ocurre con mayor frecuencia” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 292).</p> <p>Mediana: “[...] valor que divide la distribución por la mitad” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 292).</p> <p>Media: “[...] promedio aritmético de una distribución” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 293).</p>

<p>Medidas de variabilidad (pp. 293-294)</p>	<p>Rango: diferencia entre el valor mayor y el valor menor. Desviación estándar: promedio de la desviación de los valores respecto de su media. Varianza: desviación estándar al cuadrado.</p>
<p>Dispersión de polígonos de frecuencia (pp. 296-297)</p>	<p>Asimetría: responde a cuánto se parece la distribución de frecuencia que se ha hallado con la distribución normal (que es teórica). Curtosis: responde a cuán plana o no es la curva del polígono.</p>

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010).

La estadística descriptiva, como se ha visto en la tabla 6.1, no solo se trata de números, sino de gráficas. Es decir, es un tipo de análisis de base, pero, a la vez, con mucho potencial, destinado a mostrar al analista-investigador la naturaleza de lo recolectado. Si bien no se muestra en la tabla 6.1 a través de la estadística descriptiva, se puede, también, trabajar con tipos de distribuciones de frecuencia, clasificadas en las categorías discreta y continua. De esta manera, se amplía el conocimiento sobre el comportamiento de la data.

Por el lado de la estadística inferencial, se busca, ahora, obtener conclusiones sobre la población de la que se extrajo la muestra. Se quiere que la muestra “hable” sobre un ámbito de acción más grande, que sería la población. Entonces, se entra en el campo de la inferencia. De lo anterior, es posible notar que, para hacer estadística inferencial, primero se debe hacer estadística descriptiva; es decir, la primera es la continuación de la segunda, aplicada con el fin de probar el alcance de los resultados obtenidos inicialmente. En otras palabras, qué tan relevante o trascendente es la muestra estudiada. Cabe recordar, también, que la estadística inferencial, si bien se emplea para estudios cuantitativos, tendrá mayor preponderancia en unos estudios que en otros. Si la intención no es hacer una generalización para una población sino, por ejemplo, presentar un proyecto de mejora para un caso específico en una organización determinada, es posible que no se llegue a necesitar la estadística inferencial: se toman mediciones y se aplica la estadística descriptiva para realizar un diagnóstico; luego, se define un proceso o proyecto de mejora para dicho caso. No se está buscando generalizar la propuesta para la población de organizaciones que tengan el mismo problema: aunque ello puede quedar implícito; es decir, una organización distinta puede tener acceso al estudio y tomarlo como guía para solucionar sus propios asuntos, el objetivo del estudio no fue hacer esa generalización. Para esto, el estudio debería haberse replicado en una cantidad estadísticamente significativa de organizaciones y analizarse los resultados obtenidos. Lo anterior, no

obstante, no implica que no se pueda aplicar la estadística inferencial para evaluar los resultados parciales del diagnóstico, donde los resultados podrían estar referidos a una población a nivel interno en la organización (por ejemplo, la población en las ocasiones en que se lleva a cabo una determinada tarea manual).

Tabla 6.2
Acerca de la estadística inferencial

Estadística inferencial (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 305-310)	
Objetivo	Generalizar los resultados de la prueba de hipótesis para una muestra hacia una población.
Denominaciones	Los valores estadísticos obtenidos a partir de una muestra se llaman "estadígrafos". Los valores estadísticos de una población se llaman "parámetros", los cuales no suelen ser calculados, sino <i>inferidos</i> .
Hipótesis	Proposición sobre uno o más parámetros poblacionales.
Prueba de hipótesis	Determinación sobre si la hipótesis acerca de una población es consecuente con los estadígrafos.
Distribución muestral	"[...] conjunto de valores sobre una estadística calculada de todas las muestras posibles de determinado tamaño de una población" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 306). "[...] casi nunca se obtiene la distribución muestral [...]. Lo que comúnmente hacemos es extraer una sola muestra" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 306).
Teorema del límite central	"Si una población (no necesariamente normal) tiene de media μ y de desviación estándar σ , la distribución de las medias en el muestreo aleatorio realizado en esta población tiende, al aumentar $\frac{n}{\sigma}$, a una distribución de media μ y desviación estándar $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, donde n es el tamaño de muestra" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 307).
Nivel de significancia	"La probabilidad de que un evento ocurra oscila entre cero (0) y uno (1), donde cero implica la imposibilidad de ocurrencia y uno la certeza de que el fenómeno ocurra. [...] Para probar hipótesis inferenciales respecto a la media, el investigador debe evaluar si es alta o baja la probabilidad de que la media de la muestra esté cerca de la media de la distribución muestral. Si es baja, el investigador dudará de generalizar a la población. Si es alta, el investigador podrá hacer generalizaciones. Es aquí donde entra el nivel de significancia o nivel alfa (α), el cual es un nivel de la probabilidad de equivocarse y se fija antes de probar hipótesis inferenciales" (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 307; las negritas son de los autores).
Error	Se manifiesta al aceptar una hipótesis falsa (error Tipo II o beta) o rechazar una hipótesis verdadera (error Tipo I o alfa).

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010).

La estadística inferencial tiene un procedimiento central: la prueba de hipótesis (una definición de hipótesis se provee en la tabla 6.2.). Una prueba de hipótesis en estadística inferencial puede estar directamente relacionada con la hipótesis definida para una investigación. Ahora, si bien la prueba de hipótesis, además de ser central, es un procedimiento básico, se expone a través de una serie de métodos destinados al análisis de situaciones con características particulares, tanto de índole paramétrica como no paramétrica. Si bien dichos métodos no serán desarrollados en esta Guía, son listados en la tabla 6.3 junto con un breve trabajo conceptual referido al análisis paramétrico y no paramétrico.

Tabla 6.3
Acerca de la prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 310-333)	
Análisis paramétricos (pp.311-326)	Análisis no paramétricos (pp. 326-333)
<p>Supuestos (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 311; las cursivas son de los autores):</p> <p>"1. La <i>distribución poblacional de la variable dependiente es normal</i> [...]".</p> <p>"2. El <i>nivel de medición</i> de las variables es <i>por intervalos o razón</i>".</p> <p>"3. Cuando <i>dos o más poblaciones son estudiadas, tienen una varianza homogénea</i> [...]".</p>	<p>Consideraciones (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 326):</p> <p>"1. La mayoría de estos análisis no requieren de presupuestos acerca de la forma de la distribución poblacional. Aceptan distribuciones no normales".</p> <p>"2. Las variables no necesariamente tienen que estar medidas en un nivel por intervalos o de razón, pueden analizar datos nominales u ordinales [...]".</p>
<p>Métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de correlación de Pearson • Regresión lineal • Prueba t • Prueba de contraste de la diferencia de proporciones • Análisis de varianza unidireccional • Análisis de varianza factorial • Análisis de covarianza 	<p>Métodos:</p> <p>Prueba Chi cuadrada</p> <p>Coeficientes de correlación e independencia para tabulaciones cruzadas</p> <p>Coeficientes de correlación por rangos ordenados de Spearman y Kendall</p>

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010).

Se reitera que la propuesta debe partir del análisis realizado y no presentarse desintegrada del mismo. Para una propuesta, además, se puede seguir una serie de pautas sobre cómo efectuar su redacción, lo cual se verá en el capítulo 8. A

continuación, y al igual como se muestra en el subcapítulo 5.3, se presenta una serie de técnicas que pueden utilizarse, esta vez, como soporte para el planteamiento de mejoras.

6.3. Técnicas para el planteamiento de mejoras

Este apartado se remite a la tabla 6.4, la cual presenta modelos, herramientas y técnicas que pueden emplearse para proponer mejoras; al respecto, se utilizará el término *técnicas* para generalizar. El listado de la tabla 6.4 no pretende ser exhaustivo, sino didáctico para fines de esta Guía. Si bien la tabla 6.4 es equivalente a la tabla 5.4, esta vez presenta no solo una mayor extensión, sino que los nombres de técnicas comunes a ambas están en un color distinto para resaltarlas. Esto se ha hecho para resaltar las técnicas que también se hallan en la tabla 5.4. Cabe mencionar que ni la tabla 5.4 muestra solo técnicas de diagnóstico ni la tabla 6.4 solo propuestas de mejora. Sí se ha buscado marcar tendencias hacia un lado y hacia el otro, pero hay técnicas que pueden usarse para ambos fines y no necesariamente son solo aquellas escritas en rojo.

Tabla 6.4
Ejemplos de modelos, herramientas y técnicas para diagnóstico

Tema	Para la propuesta de mejora
Ambiental	Gestión de residuos sólidos Sistema de gestión ambiental Producción más limpia Ecoeficiencia Ecodiseño Eficiencia energética Energías renovables
Economía	Equilibrio de oferta y demanda
Estadística	Estadística descriptiva Estimación de parámetros Pruebas de hipótesis Análisis de variables categóricas Regresión lineal
Finanzas	Operaciones de crédito Análisis de sensibilidad de proyectos Análisis de estados financieros Comportamiento de costos Punto de equilibrio Análisis de costo-volumen-utilidad Evaluación de riesgo y rendimiento Planificación financiera Presupuesto maestro y operativo Flujo de caja Flujo de ingresos y egresos Administración del capital de trabajo
Gestión	Matriz FODA Modelo de las 5 Fuerzas de Porter Matriz BCG Cuadro de mando integral
Informática	Diseño de sistemas Diseño de bases de datos Diseño orientado a objetos Herramientas CASE
Marketing	Estrategia de marketing Desarrollo de nuevos productos Gestión de la comunicación

Operaciones	<p>Modelos de programación lineal Análisis de sensibilidad en optimización Dualidad Programación entera Programación por metas Sistema de gestión de la calidad Gráficos de control estadístico Herramientas de la calidad Diseño de experimentos Programa Six Sigma Gestión de inventarios Gestión de almacenes Gestión del transporte Gestión de las compras Gestión de la distribución Gestión del comercio internacional Sistema Justo a Tiempo Reducción del tiempo de rendimiento de procesos Diseño de productos para manufactura y ensamble Diseño de flujo de proceso Plan de recursos Programación maestra de la producción Modelo MRP Árbol de expansión mínima Ruta más corta Flujo máximo Flujo a costo mínimo PERT y CPM Teoría de colas Generación de números aleatorios Pruebas de bondad de ajuste Generación de variables aleatorias Análisis de datos de entrada Simulación de eventos discretos Simulación de procesos Simulación de transferencias simples Análisis de datos de salida Evaluación de propuestas de mejora</p>
Producción	<p>Distribución de estaciones de trabajo Celdas de manufactura Manipulación de materiales Almacenes y almacenaje Localización de planta Planeamiento Sistemático de Distribución Relaciones de adyacencia Método Guerchett Plan de distribución detallado Diagrama de flujo de proceso Aplicación de sistemas MRP/ERP Manufactura esbelta Manufactura integrada por computadora Teoría de las restricciones Gestión de la innovación Gestión de la tecnología Neumática industrial Programación de PLC Sistema robótico Programación de robots Sistema SCADA Programación de torno CNC </p>
Proyectos	<p>Proyección de mercado Estudio de localización Estudio del tamaño Estudio de la tecnología Inversiones y financiamiento Presupuesto de ingresos y egresos Estados financieros proyectados Evaluación financiera del proyecto Elaboración de propuesta de proyecto Planeamiento de proyecto Programación de proyecto Teoría de restricciones para proyectos Elaboración de presupuesto de proyecto Gestión de riesgo del proyecto Gestión de recursos humanos para el proyecto Gestión de la comunicación para el proyecto</p>
Seguridad	<p>Gestión de riesgos Plan de seguridad y salud en el trabajo Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo Gestión de la ergonomía</p>

Adaptado de: Facultad de Ingeniería Industrial al 2018-2.

Algunos ejemplos de lo expuesto son los siguientes: una propuesta de mejora puede ser la implementación de un programa Six Sigma en un taller de fabricación de jaulas anti-vuelco y su instalación en camionetas *pick-up*. Se observa que el programa Six Sigma no está escrito en rojo, lo cual significa que solo se encuentra en la tabla 6.4 y no en la 5.4. Si este taller no tiene un programa Six Sigma implementado, hacerlo

implicaría una importante mejora en sus operaciones (asumiendo que no han estado yendo bien según el diagnóstico); por ello, el programa Six Sigma funcionaría como “propuesta de mejora”. Sin embargo, ¿no daría su aplicación, mediante el análisis estadístico inicial, mayores luces sobre el estado actual de las operaciones por medio de las variables independientes estudiadas? El programa Six Sigma, entonces, ayuda también a reforzar el diagnóstico, además de ser una técnica de mejora.

Se debe pensar, ahora, en un Cuadro de Mando Integral (CMI), si lo que se quiere es hacer una investigación sobre gestión. Se puede partir de la idea de que este CMI no existía para gestionar y ahora se está proponiendo, con lo cual se aplicaría el mismo argumento del párrafo anterior. Sin embargo, incluso si existiese en la organización, el investigador podría plantear su propia versión de CMI para estudiar la situación actual, con nuevos indicadores y nuevas formas de medición. Luego, a partir de una serie de mejoras, podría medir de nuevo los indicadores en el mismo CMI y efectuar las comparaciones respectivas. Nótese que se está usando el CMI no solo para establecer un diagnóstico, sino para evaluar la efectividad de la mejora. En ese caso, el CMI aparece en rojo en la tabla 6.4, lo cual significa que también está presente en la tabla 5.4.

Si se es agudo en la atención al párrafo anterior, se notará que algo aconteció entre la medición inicial y final de indicadores en el CMI. ¿Qué sucedió? Se trabajó en una serie de mejoras para pasar de una situación inicial a una actualizada. Eso implica que, en el caso de las propuestas de mejora, también se pueden combinar distintas técnicas, según sea necesario y en la medida que respondan a la pregunta de investigación, con el fin de obtener un alcance mayor. Entonces, volviendo al ejemplo del párrafo anterior, si se trata del tema de seguridad, se puede pensar que la serie de mejoras planteadas está relacionada con la gestión de riesgos y que los indicadores del CMI medirían, justamente, los riesgos por área en una planta de procesamiento de materiales tóxicos, por ejemplo.

En otro ejemplo, si se está realizando una investigación en el tema de la logística, específicamente en el ámbito de la distribución (por ejemplo, la distribución de concentrados mineros desde regiones del centro del país a plantas de procesamiento en la costa), según las especificidades del problema de investigación, se podría efectuar una combinación de técnicas para elaborar la propuesta integral de mejora para la situación: modelo de programación lineal, gestión de inventarios, gestión del transporte, gestión de la distribución, ruta más corta y flujo máximo. Entonces, lo que se quiere transmitir es que, si bien el(la) investigador(a) debe seguir una metodología con rigurosidad para llevar a cabo su trabajo de investigación, en la medida de lo posible, no debe limitar su creatividad respecto de los beneficios que podrían alcanzarse haciendo una efectiva combinación de técnicas.

En el siguiente capítulo, se tratará el tema de la evaluación económica de las propuestas de mejora.

7

EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1. Análisis económico de la propuesta de mejora

Cuando se debe preparar una propuesta de mejora, ya sea en una investigación científica, un proyecto de consultoría o como responsabilidad al interior de una organización, necesariamente esa propuesta deberá estar cercada por determinados límites. Basta tan solo recordar los modelos matemáticos de programación lineal: hay una función objetivo, unas restricciones y un rango para las variables. Solo a través de estos dos últimos elementos es que se pueden conocer las limitaciones que uno tiene. Entonces, si se va a elaborar una propuesta de mejora; si, literalmente, no existieran restricciones, se podría pensar en las mil y un maravillas, como, por ejemplo, que las entregas de paquetes por pedido se hagan por teletransportación, con lo que serían inmediatas. Para bien o para mal, aún no se ha llegado a ese nivel de tecnología, así que, por ahora, se trata de moverse dentro del rango de lo posible. Eso implica, en su manera más básica, consideraciones de tiempo y dinero. Entonces, como los recursos son finitos, cada decisión está recubierta de una relevancia ineludible. En palabras de Blank y Tarquin: "Las decisiones que toman ingenieros, gerentes, presidentes de corporaciones e individuos, por lo general, son el resultado de elegir una alternativa sobre otra. A menudo, las decisiones reflejan la elección fundamentada de una persona sobre cómo invertir mejor fondos, también llamados *capital*" (2004: 6). Siempre habrá una segunda opción a cualquier propuesta de mejora y es el no hacer nada; no obstante, será mejor ser proactivos.

Una disciplina que está destinada, justamente, a realizar evaluaciones sobre cuál alternativa es mejor entre las propuestas o si una alternativa dio los frutos requeridos es la Ingeniería Económica, en la cual están basadas las finanzas. Para Blank y Tarquin (2004), el procedimiento para abordar la evaluación y elección de alternativas es el mostrado en la tabla 7.1.

Tabla 7.1
Procedimiento para la elección de la mejor solución

1	Comprensión del problema y definición del objetivo
2	Recopilación de información relevante
3	Definición de posibles soluciones alternativas y realización de estimaciones realistas

4	Identificación de criterios para la toma de decisiones empleando uno o más atributos
5	Evaluación de cada alternativa por medio de la aplicación de un análisis de sensibilidad para reforzar la evaluación
6	Elección de la mejor alternativa
7	Aplicación de la solución y seguimiento de los resultados

Adaptado de: Blank y Tarquin (2004: 8).

En un contexto de decisión organizacional, los tomadores de decisiones podrán tener presentes los pasos que se muestran en la tabla 7.1; sin embargo, desde la posición del que propone la mejora, este deberá aspirar a ser tomado en cuenta con su propuesta. En otras palabras, su alternativa de solución deberá ser lo suficientemente atractiva, no solo en términos operativos, sino también económicos, por lo cual el investigador debe mostrar claridad en lo que va a plantear. Como señalan Keown, Petty, Scott y Martin: "En la disciplina más aplicada de la dirección financiera, las empresas deben contemplar diariamente dos factores decisivos no considerados por el objetivo de la maximización de beneficios: la incertidumbre y el tiempo" (1999: 3).

Por un lado, cabe resaltar que el tratamiento financiero no solo es parte de la administración empresarial, sino que compete a las organizaciones en general: las diferencias se presentarán en el enfoque con que se desee dirigir las finanzas: si es hacia el lucro o no. Por otro lado, inevitablemente serán influidas por el momento en que los beneficios se hagan tangibles y por las variaciones en el contexto interno y externo que podrían acontecer en ese tramo de tiempo. Keown y otros, de igual manera, lo dejan muy claro: por una parte, afirman lo siguiente: "Si vamos a basar las decisiones financieras en un objetivo, este debe ser preciso, no ser susceptible de mala interpretación, y contemplar todas las complejidades del mundo real" (1999: 3). Claro, en el mundo real, no se puede pensar en que "modificamos una variable mientras fijamos todas las demás". Sin duda, este mecanismo es muy útil para el análisis, pero el aprendizaje continuo debe llevar a estructurar la mente en relación con los riesgos que podrían afectar el buen desempeño del proyecto que se desea implementar. Asimismo, Keown y otros también explican que "la maximización de beneficios hace hincapié en el uso eficiente de los recursos financieros, pero no dice nada respecto del intervalo temporal en el que se miden los beneficios" (1999: 2). Una excelente propuesta desde lo técnico podría desdibujarse ante los ojos del decisor si el periodo de recuperación de la inversión se va a extender hasta un punto poco favorable.

Puede surgir, de lo tratado, la siguiente pregunta: ¿cuál es el alcance de la evaluación económica que debe hacerse para la propuesta de mejora que se ha desarrollado? Eso dependerá de las necesidades y de los requisitos de la investigación. No hay

una respuesta única. Por ejemplo, si el(la) lector(a) es un(a) estudiante que, como proyecto de tesis de pregrado, está haciendo un estudio de prefactibilidad basado en la introducción de una nueva bebida rehidratante al mercado, necesariamente deberá realizar una evaluación económica con flujo de caja y el análisis respectivo sobre la recuperación de la inversión. Si está trabajando en una planta de ensamblaje de vehículos y es responsable de la instalación de la nueva maquinaria adquirida, la definición de los nuevos flujos y procedimientos, y la capacitación del personal; quizás vaya a trabajar de la mano con el jefe de costos o con la subgerenta de finanzas para determinar la evaluación económica del proyecto que se está desarrollando. Si está llevando a cabo una consultoría y ha determinado, con la aplicación de un modelo matemático, que es posible ahorrar \$/ 500,000 anuales con una nueva forma de abastecer y utilizar las piezas en una empresa que fabrica muebles, podría bastar únicamente la comparación de costos donde se muestre de manera clara el beneficio estimado, y así sucesivamente. En otras palabras, las situaciones van a ser muy diferentes, ante lo cual siempre será bueno, desde un inicio, dejar establecidos de manera transparente los requisitos y los acuerdos.

El ingeniero industrial, por lo anterior, no debe perder de vista la mirada financiera en su accionar. Recuerde que el área de conocimientos de finanzas es uno de los pilares de la carrera. En ese sentido, podría resultar necesario que el profesional en Ingeniería Industrial tenga presentes, al menos, los cinco primeros axiomas de los 10 axiomas que propone Keown y otros (1999) para una mentalidad financiera, los cuales se indican en la tabla 7.2 y van acompañados de citas adicionales y/o comentarios.

Tabla 7.2
Axiomas mínimos a tener en cuenta

<p>Axioma 1</p>	<p>“El equilibrio entre riesgo y rentabilidad: no asumiremos un riesgo adicional a menos que seamos recompensados con una rentabilidad adicional” (Keown y otros 1999: 13).</p>
	<p>Por supuesto, este axioma tiene su aplicación desde alguien que se encuentra obrando al interior de una organización. Es importante tener en cuenta que esta se sostiene en sus propios recursos, los cuales están en juego en todo momento. A menos que se pueda decir que “sobra dinero”, las decisiones deberán estar orientadas a la obtención de un beneficio, por lo cual habrá que tener un cuidado especial sobre los riesgos de los proyectos. Se añade la siguiente cita: “Las alternativas de inversión presentan niveles de riesgo y de rentabilidad previstas. A veces, los inversores optan por invertir su dinero en inversiones arriesgadas debido a que dichas inversiones ofrecen mayores rentabilidades esperadas” (Keown y otros 1999: 13).</p>

<p>Axioma 2</p>	<p>“El valor del dinero en el tiempo: un dólar recibido hoy tiene más valor que un dólar recibido en el futuro” (Keown y otros 1999: 14).</p> <p>Para Blank y Tarquin (2004), el valor del dinero en el tiempo es el concepto más importante de la Ingeniería Económica. Aquí entra a tallar, como consecuencia, el concepto de interés, el cual es utilizado para evaluar los posibles beneficios futuros de un proyecto en el momento actual y para establecer comparaciones (Keown y otros 1999: 14). En palabras de Blank y Tarquin, “el <i>interés</i> es la manifestación del dinero en el tiempo. Desde una perspectiva de cálculo, el interés es la diferencia entre una cantidad final de dinero y la cantidad original” (2004: 12). Asimismo, sobresale que, “cuando el interés pagado con respecto a una unidad de tiempo específica se expresa como porcentaje de la suma original (principal), el resultado recibe el nombre de <i>tasa de interés</i>” (Blank y Tarquin 2004: 12). Finalmente, se anota que “el interés pagado durante un periodo específico de tiempo se expresa como porcentaje de la cantidad original y recibe el nombre de <i>tasa de retorno (TR)</i>” (Blank y Tarquin 2004: 14). Entonces, para responder al axioma 2 (y también al axioma 1), Blank y Tarquin plantean lo siguiente: “Para que una inversión sea rentable, el inversionista (una corporación o individuo) espera recibir una cantidad de dinero mayor de la que originalmente invirtió. En otras palabras, debe ser posible obtener una <i>tasa de retorno</i> o <i>rendimiento sobre la inversión</i> atractivos” (2004: 28-29; las cursivas son de los autores).</p>
<p>Axioma 3</p>	<p>“La tesorería –y no los beneficios– es lo que manda” (Keown y otros 1999: 14).</p> <p>Keown y otros afirman que “a la hora de medir la riqueza o el valor, utilizaremos los flujos de tesorería como herramienta de medición y no los beneficios contables. La empresa recibe los flujos de tesorería y puede reinvertirlos” (1999: 14). Por su parte, para Blank y Tarquin, “sin estimaciones del flujo de efectivo durante un periodo establecido resulta imposible llevar a cabo un estudio de Ingeniería Económica. La variación esperada de los flujos de efectivo indica una necesidad real de un análisis de sensibilidad [...]” (2004: 11).</p>

<p>Axioma 4</p>	<p>“Flujos de tesorería incrementales: lo único que cuenta es lo que varía” (Keown y otros 1999: 15).</p> <p>Como (futuros) profesionales de la ingeniería industrial, se debe recordar que una de las clasificaciones más básicas de costos es entre fijos y variables. ¿Cuáles son los que finalmente hacen la diferencia? “El flujo de tesorería incremental es la diferencia entre los flujos de tesorería en caso de aceptación del proyecto y los flujos de tesorería que se obtendrán si no se acepta el proyecto” (Keown y otros 1999: 15). Keown y otros (1999) adaptan el concepto de costo variable para determinar cuáles flujos considerar para la variación. Si en una comparación entre dos propuestas hay un flujo en el mismo momento en el tiempo que es igual en ambos casos, da lo mismo que no sea considerado, ya que no hace la diferencia.</p>
<p>Axioma 5</p>	<p>“La maldición de los mercados competitivos: por qué resulta difícil encontrar proyectos con una rentabilidad excepcional” (Keown y otros 1999: 15).</p> <p>Básicamente, la respuesta que entregan Keown y otros (1999) es que la competencia va a llegar, más temprano que tarde, a ese mercado “excepcional” que podría haberse hallado. En ese sentido, proponen un cambio de mentalidad: “[...] ¿cómo podemos encontrar proyectos satisfactorios, es decir, proyectos cuya rentabilidad sea superior a la tasa de rentabilidad requerida? Aunque la competencia dificulta dicha búsqueda, tenemos que invertir en mercados que no sean totalmente competitivos. Las dos maneras más habituales de hacer que los mercados sean menos competitivos es diferenciar el producto de alguna forma decisiva o lograr una ventaja en términos de costes respecto de los competidores” (1999: 16).</p>

Adaptado de: Keown y otros (1999); Blank y Tarquin (2004).

Ya sea que la evaluación económica se realice mediante un estudio de Ingeniería Económica o una comparación detallada en costos y otros beneficios, siempre será necesario tener claridad respecto de lo que se va a llevar a cabo. Gido y Clements hacen hincapié en que “es imprescindible elaborar un programa o plan general que muestre cómo las tareas de los proyectos se llevarán a cabo dentro del presupuesto y el tiempo establecidos” (2007: 78). En ese sentido, dos aspectos fundamentales que plantean para el diseño de una propuesta tienen que ver, justamente, con el tiempo y los costos.

Es necesario, de esta manera, “elaborar una estimación del tiempo requerido para completar cada actividad [del proyecto]. También es necesario determinar los tipos de recursos y la cantidad que se requiere de cada uno de ellos para completar cada actividad dentro del tiempo estimado” (Gido y Clements 2007: 79; las cursivas son de

los autores). De la misma manera, se debe *“elaborar una estimación del costo de cada actividad*. Esta se basa en los tipos y cantidades de recursos que se requieren para cada actividad” (Gido y Clements 2007: 79; las cursivas son de los autores). Por eso, hay que intentar ser lo más precisos posible, no vaya a ser que una falta de precisión termine en perjuicio en cuanto a no haber valorado correctamente la propuesta. Bien lo señalan Keown y otros de la siguiente manera: “El valor de nuestra decisión depende de la precisión de nuestros cálculos de flujo de caja” (1999: 318).

7.2. Costos y principales indicadores financieros

Como se ha visto, si se salta del papel a la realidad, aquello con lo que se enfrenta es con la implementación de la propuesta como un proyecto de mejora. En ese sentido, más vale que el proyecto tenga una definición clara. De manera básica, “el objetivo de un proyecto, por lo general, se define en términos de *alcance, programa y costo*” (Gido y Clements 2007: 4; las cursivas son de los autores). Asimismo, tomando en cuenta que, para plantear un proyecto, se deben realizar estimaciones, el factor riesgo cobrará preponderancia. Esto lo explican mejor Gido y Clements de la siguiente manera:

Un proyecto se basa en una serie particular de tareas y estimaciones sobre cuánto debe durar cada una, así como en varios recursos y suposiciones acerca de la disponibilidad y capacidad de dichos recursos, y en estimaciones de los costos asociados a los recursos. Esta combinación de suposiciones y estimaciones provoca cierto grado de incertidumbre respecto a si se logrará por completo el objetivo del proyecto (2007: 5).

Acerca de la estimación de los costos, aspecto crucial en todo proyecto, se cita una vez más a Gido y Clements:

La estimación de los costos debe ser atrevida y realista. No debe “inflarse” tanto que incluya fondos de contingencia para cada cosa concebible que podría surgir o salir mal. Si es demasiado conservadora, es probable que el costo total estimado sea más de lo que el cliente está dispuesto a pagar y superior al de los contratistas competidores. Por otra parte, si la estimación de los costos es demasiado optimista y surgen algunos gastos inesperados, es probable que el contratista pierda dinero (en un contrato de precio fijo) o tenga que sufrir la vergüenza de acudir de nuevo con el cliente para solicitarle fondos adicionales a fin de cubrir el exceso del presupuesto (2007: 255-256).

¿Cuál es la forma de lograr mayor precisión en la estimación? La respuesta es investigar (buscar, consultar), informarse y mantenerse actualizado(a). Una vez que se hayan realizado las estimaciones de costos y beneficios se podrá pasar a la evaluación de la propuesta: “En la práctica del mundo real, los flujos de efectivo para costos e ingresos

deben estimarse antes de la evaluación de un proyecto o de la comparación de las alternativas” (Blank y Tarquin 2004: 510). Blank y Tarquin proponen que la estimación se concentre en los costos más que en los beneficios: mientras que los primeros son los principales valores del análisis económico, los segundos, por lo general, son estimados por los departamentos de mercadotecnia, ventas u otros (2004: 510). Por supuesto, ello dependerá del contexto en que se encuentre el(la) investigador(a).

A manera de síntesis, Blank y Tarquin (2004) presentan una clasificación de tipos de costos que puede servir de apoyo para la estimación cuando se trata de la adquisición de un equipo:

- Costo inicial: costo de equipo, entrega, instalación, cobertura de seguro y entrenamiento inicial del personal que utilizará el equipo.
- Costo anual: costo directo de mano de obra por el personal de operación, materiales directos, mantenimiento (diario, periódico, reparaciones, etc.), reelaboración y reconstrucción.

Los autores citados, no obstante, plantean que hay dos enfoques de realizar la estimación de costos: el que considera al precio como un resultado de la estimación y el que adapta los costos a un precio dado. Al respecto, se presentan las siguientes citas:

- “El enfoque ascendente considera el precio requerido como una variable de salida, y los cálculos de costos como variables de entrada” (Blank y Tarquin 2004: 511).
- “El enfoque diseñar para el costo o descendente considera el precio competitivo como una variable de entrada y las estimaciones de costo como variables de salida” (Blank y Tarquin 2004: 511)¹¹.

No se trata de enfoques inamovibles, por supuesto, sino que los propios autores señalan que el enfoque resultante suele ser una combinación de ambos (Blank y Tarquin 2004: 512). En su trabajo, Blank y Tarquin (2004) presentan una serie de métodos que pueden usarse para desarrollar la estimación, los cuales solo serán listados en esta Guía. El lector o lectora podrá ir directamente a la fuente (y a otras) para revisarlos:

- Índices de costos (pp. 513-517)
- Ecuaciones costo-capacidad (pp. 517-519)
- Método de factor (pp. 519-522)
- Tasa de costos indirectos tradicionales y asignación (pp. 522-527)
- Costeo basado en actividades (CBA) para costos indirectos (pp. 527-531)

Una vez que se han estimado los costos y beneficios (egresos e ingresos) y se han distribuido estos en el periodo de tiempo del proyecto, especialmente aquel en que

¹¹ En ambas citas, se han eliminado las negritas debido a que no son necesarias.

se espera recuperar la inversión, aquel que se ha establecido para fines comparativos o aquel que representa una restricción preestablecida, llega el momento de la evaluación. Entonces, se debe volver a pensar en el *interés*.

En principio, debe tenerse claro el concepto de “equivalencia económica”, como lo definen Blank y Tarquin: “Cuando se consideran juntos, el valor del dinero en el tiempo y la tasa de interés permiten formular el concepto de *equivalencia económica*, que implica que dos sumas diferentes de dinero en diferentes tiempos tienen el mismo valor económico” (2004: 16; las cursivas son de los autores). No se puede comparar el valor de un proyecto en el momento actual con el valor de otro proyecto dos años después y tomar una decisión, ya que se estaría violando el principio de tener la misma base de comparación para las alternativas. Por ese motivo, a partir de la equivalencia económica, se puede trasladar el valor de ambos proyectos a un mismo punto en el tiempo por medio de la tasa de interés y, recién allí, comparar.

Ahora, acerca del interés, existen dos modalidades básicas: el interés simple y el interés compuesto. El simple “se calcula utilizando exclusivamente el principal [el monto que corresponde pagar sin interés] e ignorando cualquier interés generado en los periodos de interés precedentes” (Blank y Tarquin 2004: 18). De esta manera, si se deseara calcular el monto total de interés simple que correspondería pagar luego de un determinado número de periodos, se aplicaría la siguiente fórmula: “Interés = (principal)(número de periodos)(tasa de interés)” (Blank y Tarquin 2004: 18). En cuanto al interés compuesto, “el interés generado durante cada periodo de interés se calcula sobre el *principal más el monto del interés acumulado en todos los periodos anteriores*. Así, el interés compuesto es un interés sobre el interés” (Blank y Tarquin 2004: 19; las cursivas son de los autores). En este caso, si se deseara calcular el monto total de interés compuesto que correspondería pagar luego de un determinado número de periodos, debería aplicarse ahora la siguiente fórmula: “Interés = (principal + todos los intereses acumulados)(tasa de interés)” (Blank y Tarquin 2004: 19). Al respecto, una manera de calcular el monto total (principal más intereses) que correspondería pagar en un periodo de tiempo (en años, por ejemplo) sería la siguiente: “Adeudo total después de cierta cantidad de años = principal (1 + tasa de interés)^{número de años}” (Blank y Tarquin 2004: 21).

El interés con el que se trabaja, por lo general, es el interés compuesto, ya que es el que permite el mayor beneficio para el inversionista. Una vez que se ha entendido cómo funciona el valor del dinero en el tiempo, hay una serie de “medidas de valor” que pueden utilizarse en el análisis económico de selección: valor presente (VP), valor anual (VA), razón beneficio/costo (B/C), valor futuro (VF), tasa de retorno (TR), costo capitalizado (CC), periodo de recuperación y valor económico agregado (Blank y Tarquin 2004: 9). No obstante, para la explicación, se priorizarán los cuatro criterios principales de selección de Keown y otros (1999), quienes utilizan su propia nomenclatura. Para ello, ir a la tabla 7.3.

Tabla 7.3
Criterios para la evaluación económica de alternativas

<p>Periodo de recuperación de la inversión</p>	<p>Como lo definen Keown y otros, “el periodo de recuperación de la inversión es el número de años necesarios para recuperar el efectivo inicialmente invertido. [...] El criterio para aceptar el proyecto se basa en si el periodo de recuperación de la inversión del proyecto es menor o igual que el periodo máximo deseado de recuperación de la inversión” (1999: 279; las negritas y cursivas son de los autores). Por lo general, y estando de acuerdo con los autores, este criterio se utiliza como una mirada introductoria que define rápidamente cuáles proyectos pueden ser más provechosos y cuáles no sobre la base del momento en que empiezan a materializarse los beneficios después de la recuperación, pero adolece de mayor profundidad en el análisis.</p>
<p>Valor actual neto (VAN)</p>	<p>En palabras de Keown y otros, “el valor actual neto (VAN) de una inversión propuesta es igual al <i>valor actual de sus flujos de caja netos anuales después de impuestos menos el desembolso inicial de la inversión</i>” (1999: 281; las negritas y cursivas son de los autores). Su fórmula y la definición de sus variables son las siguientes:</p> $\llcorner VAN = \sum_{t=1}^n \frac{ACF_t}{(1+k)^t} - IO$ <p>ACF_t = Flujos de caja anuales después de impuestos en el periodo de tiempo <i>t</i> (que puede tomar valores positivos y negativos).</p> <p><i>k</i> = Tasa de descuento apropiada; esto es, el tipo de rendimiento exigido o coste de capital.</p> <p><i>IO</i> = Desembolso inicial de efectivo.</p> <p><i>n</i> = Vida esperada del proyecto» (Keown y otros 1999: 281-282).</p> <p>En la definición de la tasa de descuento, se habla del “tipo de rendimiento exigido” y del “coste de capital”, los cuales son equivalentes. En ese sentido, se trata del “tipo de rendimiento necesario para justificar la captación de fondos para financiar el proyecto o, alternativamente, el tipo de rendimiento necesario para mantener el precio de la acción de la empresa” (Keown y otros 1999: 282).</p> <p>Entonces, si el VAN termina siendo menor a cero, el proyecto es definitivamente rechazado. En caso contrario, si es mayor o igual a cero (lo cual implica que, sin necesariamente tener una inversión negativa, se va a lograr un cambio positivo), se acepta, o podría aceptarse, dependiendo de la presencia de otros proyectos en evaluación.</p>

<p>Índice de rentabilidad (IR)</p>	<p>Acerca de este criterio, “el índice de rentabilidad (IR), o ratio coste-beneficio, es la <i>ratio del valor actual de los flujos de caja futuros respecto al desembolso inicial</i>” (Keown y otros 1999: 284; las cursivas y negritas son de los autores). Su fórmula es la siguiente:</p> $\langle IR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{ACF_t}{(1+k)^t}}{IO} \rangle$ <p>(Keown y otros 1999: 284). La definición de variables es la misma que en VAN. En este caso, si el IR termina siendo menor a uno, se rechaza el proyecto. En caso contrario, si resulta mayor o igual a 1, se acepta o se mantiene en espera de la evaluación de otros proyectos.</p> <p>Cabe destacar la paridad que comentan Keown y otros respecto del VAN y el IR: “Dado que los criterios del valor actual neto y el índice de rentabilidad son esencialmente los mismos, tienen las mismas ventajas sobre los otros criterios examinados. Ambos emplean flujos de caja, reconocen la importancia del momento del tiempo en que se producen y son coherentes con el objetivo de maximización de la riqueza de los accionistas” (1999: 284)¹².</p>
<p>Tasa interna de rendimiento (TIR)</p>	<p>Por último, “la tasa interna de rendimiento (TIR) intenta contestar a la siguiente cuestión: ¿Qué tipo de rendimiento genera el proyecto? A efecto de cómputo, la tasa interna de rendimiento se define como <i>la tasa de descuento que iguala el valor actual de los flujos netos de caja futuros con el desembolso inicial del proyecto</i>” (Keown y otros 1999: 285; las cursivas y negritas son de los autores). La fórmula de cálculo es la siguiente:</p> $\langle IO = \sum_{t=1}^n \frac{ACF_t}{(1+TIR)^t} \rangle$ <p>(Keown y otros 1999: 286). La definición de variables es la misma que en VAN e IR, excepto que aquí se reemplaza <i>k</i> por TIR. Entonces, si la TIR es menor a la tasa de rendimiento exigida, se rechaza el proyecto. En caso contrario, si es mayor o igual, se acepta o se mantiene en espera de la evaluación de otros proyectos. Al respecto, Keown y otros distinguen una relación: “Si el VAN es positivo, entonces la TIR debe ser mayor que la tasa de rendimiento exigida, <i>k</i>. Por tanto, todos los criterios de flujos de caja descontados son consistentes y arrojarán similares decisiones de aceptación/rechazo” (1999: 286).</p> <p>Estos autores, no obstante, destacan una desventaja adicional en la TIR: la dificultad cálculo cuando no se dispone de un medio electrónico adecuado (1999: 286), como una hoja de cálculo (Excel, por ejemplo) o una calculadora científica. Asimismo, destacan un problema de interpretación en un caso especial: “[...] cuando hay más de un signo inverso en la corriente de flujos de caja, existe la posibilidad de múltiples TIR y la interpretación normal de la TIR pierde su significado” (1999: 292).</p>

Adaptado de: Keown y otros (1999).

¹² Desde la perspectiva de Keown y otros (1999), el objetivo de una empresa es la maximización

Para terminar, cabe señalar que invertir y financiar la inversión son decisiones que no deben cruzarse; es decir, los pagos periódicos por el financiamiento para el proyecto no deberían ser parte del flujo de caja de este con fines de evaluación. Keown y otros lo explican de la siguiente manera:

Al evaluar los nuevos proyectos y determinar los flujos de caja, debemos separar la decisión de inversión de la decisión de financiación. Los pagos de intereses y otros flujos de financiación de capital que podrían surgir de la obtención de fondos para financiar un proyecto no deberían considerarse flujos de caja incrementales [...]. Cuando actualizamos los flujos de caja incrementales al tipo de rentabilidad requerido, estamos justificando implícitamente el coste de la obtención de fondos para financiar el nuevo proyecto (1999: 318).

De acuerdo con estos autores, el enfoque debe estar, primero, en “determinar la viabilidad del proyecto” (Keown y otros 1999: 318), qué tan favorable va a ser para la organización y, una vez que se ha tomado la decisión de invertir, evaluar la mejor forma de financiarlo, ya sea mediante fondos propios o a través de una entidad financiera.

7.3. Conclusiones de la evaluación

En la tabla 7.2, se había introducido el concepto de tasa de retorno (TR) por Blank y Tarquin (2004), quienes definen su fórmula de la siguiente manera¹³:

$$\text{Tasa de retorno (\%)} = \frac{\text{interés acumulado por unidad de tiempo}}{\text{cantidad original}} \times 100\%$$

Cuando se calcula una TR, para darle un sentido, se hace necesario someterla a comparación para determinar si está resultando favorable o no. A este respecto, Blank y Tarquin (2004) introducen el concepto de “tasa mínima atractiva de retorno”, la cual definen así: “[...] se debe establecer una tasa razonable para la fase de elección de criterios en un estudio de Ingeniería Económica [...]. La tasa razonable recibe el nombre de *tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)* y es superior a la tasa que ofrece un banco o alguna inversión segura que implique un riesgo mínimo” (2004: 29; las cursivas son de los autores). En ese sentido, en relación con la comparación, “[...] para que se considere viable desde el punto de vista financiero, la TR esperada debe ser igual o superior a la TMAR o tasa base [...]. La TMAR es establecida por [la] dirección (financiera) y se utiliza como criterio para valorar la TR de una alternativa, en el momento de tomar decisiones de aceptación o rechazo” (Blank y Tarquin 2004:

de la riqueza de los accionistas, lo cual se refleja en la maximización del precio de sus acciones (2).
¹³ En Blank y Tarquin (2004), al escribir la fórmula, en lugar de “tasa de retorno” colocan “tasa de rendimiento”. Sin embargo, la fórmula está inmediatamente después de la definición del primer concepto. Sin duda, se trata de conceptos equivalentes.

30). Resulta razonable pensar que, si la tasa que ofrece un banco supera a la TMAR, podría no valer el esfuerzo de llevar a cabo un proyecto, ya que se obtendría un mejor rendimiento tan solo con colocar a plazo fijo el dinero disponible en dicho banco.

Hay un elemento, sin embargo, que el banco no daría: al interior de la organización, nada cambiaría si el proyecto que generaba entusiasmo no es ejecutado. En otras palabras, colocar el dinero en el banco dará un interés favorable cada año, pero ejecutar el proyecto, incluso si la TMAR es inferior a la tasa que ofrece un banco, llevará a lograr aquello que, como organización, se busca. Entonces, ciertamente, no son decisiones tan simples de tomar. Las prioridades deben estar claramente definidas y tener presente el nivel de flexibilidad que se puede permitir.

Por lo general, existe una relación de desigualdad entre las tasas que sirve como base primera para la toma de decisiones. De esta manera, según Blank y Tarquin (2004), se tiene lo siguiente:

$$TR \geq TMAR > \text{costo de capital}$$

En cuando al tercer concepto, “la palabra *capital* también recibe el nombre de *fondos de capital y de inversión de capital*. En general, el obtener capital siempre cuesta dinero en la forma de interés. El interés, establecido en la forma de tasa de porcentaje, recibe el nombre de *costo de capital*” (Blank y Tarquin 2004: 30; las cursivas son de los autores). Es allí, en el “costo de capital”, que se ubicaría la tasa de la entidad financiera. Por supuesto, si se ha establecido una TMAR superior a la tasa que ofrece el mercado y, luego, al evaluar el proyecto, la TR resulta igual o superior a la TMAR, se trataría del caso ideal para la decisión de llevar el proyecto a cabo (siempre y cuando haya sido bien definido y con estimaciones de costos precisas).

El método de la TR se suma a los vistos en la tabla 7.3, todos los cuales son formas de efectuar el análisis para la aceptación de un proyecto desde el punto de vista financiero o, al menos, para mostrar el potencial de un proyecto. Por supuesto, no todo se valoriza en monedas. Desde una perspectiva más amplia, se puede pensar en un proyecto de términos medioambientales que, aunque su TR no supere a la TMAR o alguno de los indicadores de la tabla 7.3 (VAN, IR, TIR) resulte no favorable en cuanto a dicho proyecto, sus beneficios en cuanto a la menor contaminación y mejor protección del ambiente estén presentes. ¿Cuál es la decisión que se tomaría allí? ¿Sería conveniente llevar a cabo el proyecto tomando en cuenta que se pertenece a una corporación con un rango de recursos limitados? Dejando de lado apasionamientos, ¿hasta qué punto correspondería, si se estuviera cumpliendo ya con las normas medioambientales a cabalidad, seguir mejorando los índices al respecto? Se dejan estas reflexiones éticas para el investigador y la investigadora en Ingeniería Industrial, para que definan cuál sería su decisión si estuvieran en la posición de hacerlo frente a una mesa de accionistas. Por ahora, se pasará al capítulo final de esta Guía: la redacción del informe de investigación.

8

**REDACCIÓN DEL
INFORME DE LA
INVESTIGACIÓN**

8.1. El informe de la investigación

Se ha llegado al momento de la redacción del informe de investigación, pero, cuidado: ello es solo porque este octavo capítulo ha sido ubicado al final en esta Guía. En otras palabras, en el documento que se está leyendo, esta sección ha sido colocada en esta ubicación, sin que ello signifique que, recién ahora, luego de haber trabajado en todo el contenido que antecede, se deba pensar en la redacción. Es más, una manera de leer esta Guía podría ser, después de sus dos primeros capítulos (o, quizás, solo el primero), pasar al octavo y, luego, leer el resto: del tercero al séptimo. Sin embargo, una de las principales recomendaciones que se puede dar es que, cuando el(la) investigador(a) sienta que ha llegado a escribir la última parte de su informe de investigación, no concluya que el trabajo acabó. Lo que sigue es volver a leer todo lo escrito para evaluar dos aspectos que Fernández y Del Valle (2016) promueven: la coherencia y la cohesión. Lo que dicen al respecto se presenta en la tabla 8.1.

Tabla 8.1
Coherencia y cohesión en la redacción del informe de investigación

Coherencia	Cohesión
<p>“Un texto coherente es aquel que solo presenta información pertinente o relevante para el desarrollo del tema central delimitado. La coherencia se relaciona, de este modo, con la calidad de las ideas seleccionadas para formar parte de la monografía. Además de seleccionar adecuadamente aquellas ideas que contribuyen con el desarrollo del tema central, es importante que estas se presenten ordenadas en el texto, articulándolas y haciendo evidente su relación por medio de los recursos disponibles al momento de la redacción. Otros aspectos importantes de la coherencia involucran el orden en que se presentan las ideas, así como su grado de precisión” (Fernández y Del Valle 2016: 178).</p>	<p>“[...] un texto se encuentra cohesionado cuando la relación entre las ideas que lo componen resulta clara. La cohesión puede darse en diversos niveles (en la oración, en el párrafo, en el subcapítulo, etcétera) y por medio de recursos variados, entre ellos, el uso de referentes o frases sinónimas adecuadas que nos permitan evitar la repetición de ciertas palabras o frases, la selección de conectores lógicos que aclaren la relación entre las ideas u oraciones presentadas, entre otros” (Fernández y Del Valle 2016: 180).</p>

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016).

Cuando se escribe un texto de una o dos páginas –una especie de ensayo corto, quizás–, el(la) investigador(a) encontrará, en la revisión posterior, que sus ideas están condensadas allí, en esas dos páginas, bastante cercanas entre sí, lo cual le va a dar mayor posibilidad de captar su nivel de conexión entre sí para desarrollar su argumento principal, de manera que le permita introducir correcciones o modificaciones. Sin embargo, en el caso de un documento de 100 páginas que se ha estado redactando por meses o más de un año, quizá dos o más, ¿no sería factible pensar que el nivel de coherencia y cohesión entre las ideas podría haberse visto afectado? Es decir, se está frente a un documento que ha tenido diversas entradas esparcidas en el tiempo, un tiempo en el cual se ha ido teniendo diversas experiencias personales que han desviado la atención, se ha cambiado de prioridades respecto del futuro, se han desarrollado nuevas opiniones, se ha formado nuevos intereses, se ha mejorado el entendimiento de la carrera, se ha elevado el nivel de redacción, etc. Entonces, se debe llegar a pensar que el fin es realmente “el fin”. Hay una serie de *cuestiones comunicativas* a las cuales prestarles atención. Como bien señalan Fernández y Del Valle, se debe considerar lo siguiente:

Hay un componente dialógico esencial a toda investigación; cuando uno se adentra en un tema de interés, se plantea interrogantes al respecto y procura darles respuesta, uno debe promover, una vez concluida la investigación, que el producto de dicho proceso pueda entrar en un espacio de socialización, en el que sea susceptible de recibir comentarios, precisiones y, por qué no, también, críticas u observaciones. Además, el mismo acto de poner por escrito la cadena de razonamientos que hemos seguido en nuestro acercamiento al tema, el camino que hemos recorrido conforme nos hemos adentrado más y más en el fenómeno analizado, nos ayudará a precisarla aún más y, también, a afinar la articulación particular que estamos proponiendo entre nuestras ideas. Así, la redacción nos confronta con la solidez detrás de nuestra argumentación y, en esa medida, puede ayudarnos a detectar posibles puntos débiles o que precisarían mayor reforzamiento (2016: 131).

La solidez con que se empieza a redactar el informe de investigación podría no ser la misma con que la que se cierre, o viceversa. Se van a dar, inevitablemente, muchas interrupciones en el camino; como se diría de manera coloquial, “la vida se interpone tarde o temprano”. Por ello, partiendo de la base de que el documento que se está elaborando no se trata solo de un pasatiempo para el archivo personal, sino de una producción que se va a entregar para la lectura de otras personas (por ejemplo, si se trata de una tesis, los jurados de tesis, en principio) como parte del aporte de el(la) investigador(a) al conocimiento sobre un tema, es necesario evitar toda displicencia en cuanto al cuidado de la calidad de dicho producto. Y no, ingenieros e ingenieras: un trabajo de investigación no es solo los números, cálculos y fórmulas, sino todo el contexto textual en que eso se enmarca. No se está resolviendo un examen con preguntas del tipo “Halle el monto óptimo de...” o indicaciones por el estilo, sino que se está elaborando un trabajo de un nivel mucho mayor. Esto nunca debe perderse de

vista. Entonces, se va a tener que revisar lo que se está escribiendo y, posiblemente, hacerlo más de una vez, independientemente de si se ha empezado una redacción formal desde el inicio de la investigación o si se ha dejado para el final y solo se cuenta con borradores parciales.

Debe tomarse en cuenta, también, que un informe de investigación no tiene una estructura monótona, sino que se compone de varias partes. Según Hernández, Fernández y Baptista, las secciones más comunes de lo que suele llamarse un reporte de investigación son la portada (que contiene al título, los autores, su filiación institucional y la fecha y lugar en que se presenta el reporte), los índices (que incluyen la tabla de contenidos, el índice de tablas y el índice de figuras), el resumen, el cuerpo del documento (que abarca la introducción, el marco teórico, el método, los resultados y la discusión), las referencias bibliográficas y los apéndices (2010: 350-353). Por su parte, para Fernández y Del Valle, las secciones que señalan como indispensables para lo que llaman la monografía (de la investigación) son las siguientes: "la carátula y el título, el *abstract* (sumilla o resumen), la introducción, el desarrollo o capitulado, las conclusiones y la bibliografía" (2016: 147). Además, de ser el caso, se agregaría una sección de metodología y otra de resultados y, también, de anexos (Fernández y Del Valle 2016: 176).

En ese sentido, es muy importante darse cuenta de que cada una de estas partes va a tener sus propias características de redacción, las cuales se irán viendo en los siguientes subcapítulos. Sin embargo, una manera de trabajar en ellas es mediante una organización previa de la redacción que atienda a lo que cada sección pretende mostrar. Esta idea es propuesta por Fernández y Del Valle, quienes proveen un sustento: "Como ya debe haber quedado claro, estamos partiendo de una concepción funcional del texto, los cuales se construyen de una determinada manera con el objetivo de que puedan cumplir con la función que se han planteado [...] y, por ello, en ellos nada sobra, nada resulta accesorio, sino que todo es funcional y pertinente" (2016: 136). Esta organización debe permitir comunicar claramente el contenido de la investigación como un proceso, con sus partes suficientemente desarrolladas, de manera que el lector o lectora puedan entender con claridad las conclusiones y cómo se llegó a ellas. Para la finalidad de la organización, Fernández y Del Valle (2016) plantean los tres requisitos que se muestran en la tabla 8.2, que incluye comentarios propios.

Tabla 8.2**Requisitos recomendados para la organización de la redacción**

1	<p>“[...] las ideas desarrolladas resultan pertinentes, es decir, se relacionan de forma directa y clara con el tema central del texto, y contribuyen con el desarrollo propuesto en el esquema de contenido (que se habrá elaborado en un momento previo a la redacción)” (Fernández y Del Valle 2016: 137).</p>	<p>Es posible que, en la medida que el(la) investigador(a) vaya desarrollando su investigación, llegue a pensar que, mientras más variedad de conocimientos se introduzca, será mejor. Muy clásico de aquella otra frase coloquial, “métele de todo”. Pues bien, de eso no se trata una investigación. No se está pidiendo una demostración de todas las herramientas que se pueden usar para lograr una mejora en un proceso y que estas sean “encajadas a la fuerza” como una demostración de sabiduría del investigador. Es más, en una situación real, posiblemente no sería viable hacer ese tipo de implementaciones que, finalmente, no tendrían rumbo definido. Ciertamente, hay tesis relacionadas con la mejora de procesos (principalmente, en planta) donde puede ser positivo seleccionar un rango de herramientas y aplicarlas, pero ello debe ser coordinado con el(la) asesor(a). Mucho depende de los requisitos que se establezcan para una investigación y de su objetivo general. Asimismo, al redactar, será preferible hacer una profundización sobre los temas que se va a trabajar en lugar de dedicarles un espacio considerable a otros que, tranquilamente, podrían ser parte de otra investigación. La amplitud de una investigación debe verse desde su profundidad.</p>
---	---	---

"[...] las ideas seleccionadas aparecen ordenadas en el texto, de modo que sus relaciones sean claras, y que se sucedan de forma articulada y lógica" (Fernández y Del Valle 2016: 138).

El texto que se va a presentar no debe ser una colección de oraciones añadidas con "libre espontaneidad", como esparcidas por doquier en cualquier lugar según el momento en que se le hayan ocurrido al cerebro. Es muy útil, y también lo recomiendan Fernández y Del Valle (2016), trabajar con lluvias de ideas, las cuales deben filtrarse y ordenarse antes de pasar a la redacción. Supongamos que el(la) investigador(a) ha redactado el marco teórico y, en la medida que va avanzando otras secciones, se le ocurren nuevas ideas relacionadas con los temas que ya ha tratado y le surge una emoción. En ese momento, podría pensar lo siguiente: "Esto también tiene que estar. Lo colocaré al final del marco teórico, para reforzar" o, también, lo siguiente: "Voy a revisar si esta nueva idea ya la he tratado en lo previamente redactado. Si no aporta algo nuevo, la puedo, al menos, guardar para otras secciones del informe, con lo que quedaría a la espera. O, también, podría reemplazar alguna idea ya escrita, ya que este nuevo pensamiento tiene un mejor desarrollo. En ese sentido, tendré cuidado de escoger en dónde se ubica mejor, si es que finalmente va a tener una ubicación". Debe recordarse que, al leer, se debe sentir que el texto "fluye" rápidamente en la mente y que no se hace pesado por las redundancias que podrían encontrarse. Además, un desarrollo enrevesado podría provocar más confusión que claridad, así que hay que elegir el mejor orden posible para hilvanar las ideas.

3

"[...] el propósito del texto debe ser claro; todo lo escrito contribuye a lograr el objetivo de la redacción. El texto es la reunión de múltiples esfuerzos, todos orientados a una misma meta: la demostración, la sustentación de los razonamientos seguidos que nos han permitido arribar a las conclusiones que se presentan en la monografía" (Fernández y Del Valle 2016: 139).

La fortaleza más grande del informe que se va a redactar, que es el primer subproducto de la investigación, es la manera en que se dará fortaleza a la argumentación en relación con la respuesta a la pregunta de investigación planteada; en cuanto al contenido, esto es lo principal. Al respecto, se puede pensar lo siguiente: "Yo, como lector o lectora, quiero aprender de lo que me vas a enseñar por medio de lo que has trabajado. Por ello, necesito que el nivel académico de dicho producto sea consistentemente alto en todo sentido, de manera que pueda confiar plenamente en lo que estás concluyendo e, incluso, adoptar una postura en concordancia con dicho *conocimiento* escrito presentado".

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016).

Finalmente, y especialmente en relación con el tercer requisito de la tabla 8.2, ¿desde qué posición se debe escribir? Al respecto, haciendo referencia a una tesis (pero puede aplicarse, también, a informes de investigación en general), Eco (2001) deja en claro lo siguiente:

¿Yo o nosotros? ¿En la tesis se deben introducir las opiniones personales en primera persona? ¿Se puede decir «yo pienso que...»? Algunos creen que es más honrado hacerlo así en lugar de utilizar el *plural mayestático*. No es así. Se dice «nosotros» porque se supone que aquello que se afirma puede ser compartido por los lectores. Escribir es un acto social: yo escribo a fin de que tú que me lees aceptes aquello que te propongo. Como máximo se puede intentar evitar los pronombres personales recurriendo a expresiones más impersonales como: «por lo tanto se puede concluir que, luego parece seguro que, al llegar a este punto se podría decir, es posible que, de lo cual se deduce que, al examinar este texto se ve que», etc. (2001: 162; las cursivas son del autor).

Fernández y Del Valle mantienen esta modalidad como pauta de redacción y agregan que, ya sea que se opte por la primera persona del plural o por la forma impersonal, es necesario mantener el mismo estilo de redacción en el informe (2016: 183).

8.2. Título

Como se vio en el subcapítulo 2.3, que trató acerca de la delimitación del tema, Fernández y Del Valle (2016) definieron este concepto en contraste con el de título. Si bien en dicho subcapítulo se cita una definición para ambos conceptos, se muestra ahora una cita con mayor amplitud, proveniente de los mismos autores, para *título*:

[...] el título de un trabajo de investigación es el nombre que le asignamos al texto resultante de nuestra investigación y, por ello, su principal propósito es que llame la atención de los lectores potenciales. Para tal fin, el título suele tener la forma de frase nominal relativamente breve, sugerente y atractiva, que motive suficientemente a alguien para que se interese por nuestro trabajo (Fernández y Del Valle 2016: 94).

Si se piensa en un título para una investigación -referido a la Ingeniería Industrial- es necesario que el título dé una indicación al lector o lectora sobre el tipo de herramienta o proceso de mejora que se ha aplicado a una situación determinada o si se está proponiendo un nuevo producto o servicio. Por ejemplo, si se desea revisar tesis de pregrado como una fuente para saber cómo plantear el proyecto de prefactibilidad, será de inmensa utilidad que, al realizar la búsqueda, el título de una tesis empiece con "Estudio de prefactibilidad para...". En otras palabras, colocarse directamente, sin ninguna desviación, en el tipo de estudio que se desea revisar. Lo mismo puede acontecer para otros campos de investigación; por ejemplo, si el interés está en la investigación de operaciones, se buscará que el título diga si ese documento es sobre modelos matemáticos, programación lineal o entera, teoría de colas, etc. De esa forma, se puede ubicar rápidamente el rango de bibliografía de interés.

Por supuesto, allí no queda todo. En definitiva, toda investigación puede enseñar algo, pero, si se desea ser más específico (y, en definitiva, va a ser así), lo que sigue es que el título indique en qué contexto u organización se está aplicando dicha herramienta o proceso de mejora, o qué clase de producto o servicio se está proponiendo y en qué mercado. En otras palabras, a menos que aún no se tenga una serie de ideas definidas, o medianamente definidas, antes de la búsqueda bibliográfica hay de dirigirse a revisar trabajos que otras personas han hecho, relacionados con lo que se desea llevar a cabo. Si, por ejemplo, se desea evaluar el cambio en una empresa de telecomunicaciones a partir de un modelo ISO 9001, se buscarán tesis u otros documentos sobre implementaciones similares o, al menos, en empresas de servicio al público consumidor.

Entonces, cuando Fernández y Del Valle hablan de "breve, sugerente y atractiva" (2016: 94) y, especialmente, respecto de estas dos últimas cualidades, se debe entender, para la Ingeniería Industrial, que el título debe "sugerir" claramente el tema de la investigación y, a la vez, ser "atractivo" respecto de cómo se presenta lo logrado

al público. Esto es Ingeniería Industrial: la mercadotecnia (¿o mejor *marketing*?) es parte de la formación. Debe darse importancia a la manera como se presenta ante las demás personas en todo sentido. Fernández y Del Valle refuerzan su recomendación sobre los requisitos que debe seguir un título mediante un desarrollo textual de las siguientes cualidades: claridad, precisión, concisión y atractivo, el cual podrá revisar el(la) lector(a) en la fuente (2016: 170-171).

Para no dejar este subcapítulo sin un ejemplo concreto, se ve el siguiente. Uno de los artículos que se citan en la Introducción de esta Guía lleva el siguiente título: *Evaluación de la cadena de suministro para mejorar la competitividad y productividad en el sector metalmecánico en Barranquilla, Colombia* (Salas-Navarro y otros 2019). Si un ingeniero industrial (o un ingeniero en general) lee esta "presentación", inmediatamente saltan a la vista los términos destinados a captar atención. En primer lugar, "cadena de suministro". Se sabe que, al ser un elemento aglomerante de operaciones, se puede hacer una idea del alcance de la investigación. En segundo lugar, "competitividad" y "productividad". Si bien estas cualidades pueden ser medidas desde indicadores muy diversos, justamente se puede abstraer a la competitividad y la productividad como indicadores madre que, finalmente, es lo que busca alcanzar toda organización. Finalmente, el "sector metalmecánico de Barranquilla". Esa especificidad es necesaria, porque delimita el contexto. Además, al mencionar Barranquilla, previene al lector y lectora de que, quizás, hay una serie de regulaciones que tiene dicha ciudad que no necesariamente se van a aplicar en otras ciudades del país y menos en el extranjero. Sin embargo, ello no hace que un modelo de evaluación como el que el artículo está presentando no pueda ser adaptado a otras jurisdicciones y eso es justamente lo que caracteriza a las y los ingenieros industriales: su habilidad para triangular soluciones que pueden surgir en distintos contextos a nivel nacional e internacional. Entonces, un título de este tipo, al que no se pretende situar necesariamente como el modelo a seguir (ya que las formas de redactar un título pueden ser infinitamente variadas y ello va a depender de la investigación realizada), sirve para dar cuenta de cómo se utilizan los términos para captar rápidamente la atención sobre lo realizado, lo logrado y su alcance.

8.3. Sumilla

Si se aboca a la terminología de Fernández y Del Valle, se entiende lo mismo por sumilla, resumen y *abstract*, que, en sus palabras, funciona como la "tarjeta de presentación de la investigación" (2016: 165). Según la definición de Hernández, Fernández y Baptista, el resumen "constituye el contenido esencial del reporte de investigación y, usualmente, incluye el planteamiento del problema e hipótesis, el método (mención de diseño, instrumento y muestra), los resultados más importantes y las principales conclusiones y descubrimientos" (2010: 350). En un *abstract* informativo, el tipo de resumen de mayor interés para Fernández y Del Valle, su contenido debe abarcar los

siguientes puntos: justificación, objetivo o hipótesis, teoría principal de referencia, método (de ser necesario), resultados (de ser necesario) y conclusión central (2016: 165). De esta lista, se puede entender que una investigación puede existir en la modalidad de ensayo bibliográfico, donde, luego de una revisión exhaustiva de fuentes sobre un determinado tema, se presenta una nueva mirada que enlaza lo que ha sido revisado. En cambio, el método y los resultados, que pertenecen al caso propio de la Ingeniería Industrial, implica la recolección y análisis de datos, así como la propuesta resultante de dicho análisis. En la tabla 8.3, se muestra un resumen basado en la explicación que Fernández y Del Valle (2016) proporcionan para cada uno de los elementos que componen el resumen.

Tabla 8.3
Componentes del resumen

Justificación	De forma breve, se debe mostrar la importancia del tema de investigación. ¿Cuál es el aporte? ¿Cuál es su novedad? No olvidar que el tema, probablemente, ya ha sido trabajado por otros en el pasado.
Objetivo o hipótesis	Se debe dejar explícita cuál es la intención principal de la investigación o, de ser el caso, la hipótesis puesta a prueba. Para el objetivo, es una buena práctica emplear el verbo en infinitivo y su elección debe ser cuidadosa, en el sentido de expresar, con transparencia, qué se ha realizado en la investigación. En cuanto a la hipótesis, entendida como la respuesta tentativa a la pregunta de investigación, debe ser redactada de manera clara y sin ambigüedad, ya que representa la orientación principal del proceso seguido.
Teoría principal de referencia	En definitiva, la presentación de la teoría principal de referencia solo se dará de manera introductoria y muy breve, debido a las limitaciones de espacio. Esto permitirá entender el enfoque de la investigación y desde dónde podrá apreciarse su originalidad y pertinencia.
Método	En las investigaciones que incluyan un trabajo empírico, se hablará de un método, referido a la explicación tanto de la obtención de los datos como de su análisis. Aquí, no se busca especificidad, pero sí saber, en términos generales, cómo se ha procedido. La especificidad podrá encontrarse al interior del informe de investigación.
Resultados	Al igual que en el componente anterior, los resultados son el producto del trabajo empírico realizado. En ese sentido, tanto los resultados principales (sin interpretación) como las propuestas más importantes que hayan surgido de ellos deberán estar reseñados brevemente.

Conclusión central

La conclusión central debe dar a conocer el principal hallazgo de la investigación, con el cual se cierra el texto del resumen; de esta manera, se permite elaborar un panorama mental sobre el contenido de la investigación. Asimismo, cuando se ha presentado hipótesis, se deja en claro si la investigación la terminó apoyando o rechazando

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 165-167).

La cantidad de palabras de un resumen dependerá de los requisitos normativos de la institución que vaya a recibir el informe de investigación. Asimismo, suele ser una convención que el resumen vaya acompañado, en su parte inferior, de palabras claves, que son términos o categorías que se usarían para enmarcar la investigación realizada.

Al igual que se ejemplificó en el subcapítulo anterior, se muestra el resumen del artículo de Salas-Navarro (2019) y otros para su revisión:

Resumen:

El presente artículo estudia los niveles de competitividad y productividad del Sector Metalmecánico de la ciudad de Barranquilla, a partir del diseño de un modelo de evaluación para la cadena de suministro de empresas pertenecientes a dicho sector. El modelo está conformado por cinco aspectos críticos: abastecimiento, almacenamiento, gestión de inventarios, distribución y transporte y logística inversa. Estos factores incluyen un conjunto de variables que evalúan la planeación, ejecución, medición y control de la gestión de la cadena de suministro. El modelo fue validado en cinco empresas del Sector Metalmecánico de la ciudad de Barranquilla. Se establecieron soluciones para las prácticas de logística integral en los procesos de aprovisionamiento, teniendo en cuenta normas de calidad de procesos y seguridad de la cadena de suministro. Se concluye que el sector ha presentado un gran crecimiento económico en el país y se hacen necesarias la optimización y mejora continua de los procesos productivos a través del monitoreo y control de indicadores apropiados.

Palabras clave: sector metalmecánico; competitividad; productividad; cadena de suministro; modelo de evaluación

Como ejercicio, se deja la siguiente pregunta: **¿han sido cubiertos todos los elementos de Fernández y Del Valle (2016) en el resumen dejado como ejemplo?**

8.4. Introducción

La *introducción* implica la primera ampliación de lo descrito en el resumen más información adicional¹⁴. En palabras de Hernández, Fernández y Baptista, “incluye los antecedentes (brevemente tratados de manera concreta y específica), el planteamiento del problema (objetivos y preguntas de investigación, así como la justificación del estudio), el contexto de la investigación, lo mismo que las limitaciones de esta. Es importante que se comente la utilidad del estudio para el campo profesional” (2010: 351). Al igual que para el resumen, Fernández y Del Valle (2016), además de recomendar que, preferentemente, la introducción debe estar escrita en tiempo verbal presente –“se modela el proceso tal, se concluye que, se analiza el funcionamiento de”–, proponen una lista de contenidos para la introducción, los cuales se resumen en la tabla 8.4.

Tabla 8.4
Componentes de la introducción

<p>Motivación para desarrollar la investigación</p>	<p>Mediante la expresión de la motivación, no solo se aproxima el tema desde un nivel más personal, sino que, a partir de esta honestidad, se efectúa la primera aproximación del tema para el lector y lectora.</p>
<p>Presentación del tema y estado de la cuestión</p>	<p>Se realiza para situar la investigación dentro del conjunto de conocimiento existente sobre el tema investigado, de manera que se abra el camino para presentar la justificación. Mediante este breve estado de la cuestión, se podrá conocer qué se sabe y qué no respecto del tema, y es una buena práctica la inclusión de las principales referencias bibliográficas, las cuales serán ampliadas más adelante en el informe.</p>

14 No obstante, Fernández y Del Valle (2016) recomiendan que el orden en que se trabajen las partes del informe de investigación sea el siguiente: desarrollo (esquema de capítulos del contenido), conclusiones, introducción, resumen, carátula (título). Para las investigaciones que contienen trabajo empírico, las secciones de metodología y resultados, por consiguiente, deberían insertarse, en el orden previo señalado, antes de las conclusiones. Tal recomendación implica pasar de lo extenso a lo sucinto y permite que tanto la introducción, el resumen y el título puedan redactarse sobre la base de lo que efectivamente se ha realizado en el estudio. Por ejemplo, acerca de la introducción, “dado que [esta] cumple, justamente, la función de introducir al lector a la monografía y que, para ello, presenta ciertos contenidos particulares que adelantan los centrales del texto, puede resultar más conveniente escribirla una vez que se haya elaborado ya dichos subtemas en la parte de desarrollo” (Fernández y Del Valle 2016: 160).

<p>Justificación, relevancia o aporte específico de la investigación</p>	<p>El(La) lector(a) debe poder conocer cuál es la utilidad e importancia del aporte de la investigación. Esto incluye, por un lado, de qué manera se está llenando un vacío en el campo de conocimiento sobre el tema y, por otro, cuál ha sido el enfoque teórico y/o metodológico empleado. La conjunción de ambas partes aporta a la originalidad de la propuesta.</p>
<p>Hipótesis (respuesta tentativa) u objetivo general</p>	<p>A través de la hipótesis o el objetivo general, el(la) lector(a) debe poder formar una imagen acerca de cuál ha sido la trayectoria que se ha seguido en la investigación. Es más, las conclusiones finales de esta deberán conversar con el objetivo o hipótesis para determinar de qué manera, o hasta qué punto, se ha favorecido la hipótesis o no, o se ha cumplido el objetivo establecido.</p>
<p>Limitaciones (si las hubo)</p>	<p>Hablar de las limitaciones que el(la) investigador(a) pudiera haber encontrado es una nueva forma de transparentar la honestidad intelectual de la investigación. En ese sentido, las limitaciones, que deben ser explícitas, se relacionan principalmente con las dificultades de acceso a información. Por ejemplo, un proceso que no se pudo medir, una fuente bibliográfica clave que no se pudo conseguir, una muestra de personas encuestadas que no se pudo ampliar para llegar al nivel inicial establecido de confianza, etc.</p>
<p>Estructura del texto</p>	<p>Aquí se presentará la estructura de capítulos del informe de investigación y el aspecto central que desarrolla cada uno.</p>

Adaptado de: Fernández y Del Valle (2016: 160-164).

De acuerdo con Fernández y Del Valle (2016), en caso se haya iniciado con la introducción y después se haya pasado al desarrollo de los capítulos, será necesario verificar la concordancia de lo expresado en la primera con lo que ha seguido después, ya que, en el camino, es posible que se hayan dado ciertas variaciones en la redacción, más si el informe ha sido redactado de manera paralela a la actividad investigativa.

La introducción –que tiene la particularidad de ser, junto con el resumen y las conclusiones, la sección más leída cuando existe la dificultad de leer documentos enteros– será la mejor entrada para entender de qué ha tratado la investigación y cuál es su relevancia, de forma que pueda incrementar la motivación en el público que pueda acceder a ella.

8.5. Marco teórico

El marco teórico es uno de los capítulos donde, probablemente, más citas bibliográficas se realicen. En lo que se conoce como la revisión de literatura, lo usual es comentar las teorías que se han manejado y los estudios previos relacionados, presentar un conjunto sintetizado de los hallazgos encontrados en dichos estudios y cómo la investigación amplía la literatura, además de dónde se está ubicado respecto del conocimiento relacionado con las preguntas y objetivos (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 351). De manera resumida, es lo que se puede esperar en un marco teórico (un mayor detalle puede encontrarse en el capítulo 4 de esta Guía). Por ello, como se venía mencionando, manejar correctamente el citado es crucial. Eco (2001) presenta 10 reglas a tomar en consideración para el citado, listadas en la tabla 8.5.

Tabla 8.5
Consideraciones para el citado

1	<p>“Los fragmentos objeto de análisis interpretativo se citan con una amplitud razonable” (Eco 2001: 164)</p> <p>De esta forma, se proporciona mayor contenido respecto de lo que el autor citado ha querido expresar.</p>
2	<p>“Los textos de literatura crítica se citan solo cuando con su autoridad corroboran o confirman una afirmación nuestra” (Eco 2001: 164)</p> <p>“Al citar literatura crítica, debéis estar seguros de que las citas aporten algo nuevo o confirmen lo que ya habéis dicho <i>con autoridad</i>” (Eco 2001: 164; las cursivas son del autor)</p> <p>Es decir, el(la) investigador(a) se apoya en lo que han dicho otros autores, no viceversa. Asimismo, son quienes “están de acuerdo” con las palabras del autor citado, no al revés.</p>
3	<p>“La cita supone que se comparte la idea del autor citado, a menos que el fragmento vaya precedido o seguido de expresiones críticas” (Eco 2001: 165)</p> <p>Efectivamente, es posible citar a un autor para “dialogar” con su opinión y se puede estar a favor o en contra de lo que ha expresado.</p>
4	<p>“En cada cita deben figurar claramente reconocibles el autor y la fuente impresa o manuscrita” (Eco 2001: 165)</p> <p>El texto original de Eco (2001) corresponde a 1977 en su idioma natal. De allí, se entiende que solo hable de fuentes impresas o manuscritas; sin embargo, su regla mantiene vigencia en cuanto a respetar las normas de citado. Por ejemplo, la presente Guía se ha basado en la <i>Guía PUCP para el registro y el citado de fuentes</i> (Mayna, Robertson, Sato, Tavera y Vidal 2015).</p>

5	<p>“Las citas de las fuentes primarias se hacen normalmente refiriéndose a la edición crítica o a la edición más acreditada [...]” (Eco 2001: 165)</p> <p>Esta regla tiene mayor sentido en trabajos de Humanidades y de carácter histórico. A veces, lo que se busca rescatar son las palabras del autor tal y como las dijo originalmente, sin que estén mediadas por traducciones, pasadas o nuevas, que pueden, a su vez, haber pasado por más de una edición. En el caso de la Ingeniería Industrial, el principal interés está en la novedad y las nuevas traducciones y/o interpretaciones que puedan surgir respecto de los contextos actuales; por ejemplo, la aplicación de un principio de calidad en la sociedad de la información. Entonces, si bien se puede tomar como base los trabajos iniciales de grandes pensadores clásicos (como Juran o Deming, por ejemplo), adquiere tanto o más relevancia lo que se está haciendo con sus enseñanzas en la actualidad.</p>
6	<p>“Cuando se estudia un autor extranjero, las citas deben ir en la lengua original. Esta regla es taxativa si se trata de obras literarias. En tales casos, puede ser más o menos útil poner detrás entre paréntesis o en nota [al pie de página] la traducción” (Eco 2001: 166)</p> <p>Se reitera el comentario dado para la regla 5 y se añade lo siguiente: La manera como se trate la traducción, en principio, dependerá de la norma de citado que se esté utilizando o de otra reglamentación que pueda existir para la redacción del informe de investigación. A veces, se coloca directamente la traducción y se añade, al lado de la referencia, que es propia; o se puede colocar directamente el texto en lengua extranjera y, en pie de página, se añade la traducción. Esto aplica en el caso de que el texto que se está citando esté directamente en lengua extranjera. Sin embargo, si se tiene dicha fuente ya traducida de manera oficial, se podrá citar directamente la porción de texto que sea de utilidad. Al final, en la sección de referencias bibliográficas, es factible añadir a la referencia quién o quiénes fueron los traductores, pero solo si se considera necesario.</p>
7	<p>“El envío al autor y a la obra tiene que ser claro” (Eco 2001: 166; las cursivas son del autor)</p> <p>En toda cita, sea textual o de paráfrasis, debe poderse reconocer cuál ha sido el aporte del autor citado. Esto adquiere preponderancia especialmente en el caso de paráfrasis, ya que, cuando es textual, por lo general se colocará la referencia luego de las comillas o del extracto individualizado (separado del texto). No obstante, a veces se utiliza más de un autor en un mismo párrafo y, si no se tiene cuidado, se puede llevar a confusión.</p>
8	<p>“Cuando una cita no supera las dos o tres líneas, se puede insertar dentro del párrafo entre comillas dobles [...]. Cuando, al contrario, la cita es más larga, es mejor ponerla a un espacio y con mayor margen” (Eco 2001: 167-168)</p> <p>Una vez más, estos detalles van a depender exclusivamente de la norma de citado que se esté aplicando; sin embargo, la regla queda para dar a entender que se trata de un elemento importante de la redacción al citar.</p>

9	<p>“Las citas tienen que ser <i>fieles</i>. Primero, hay que transcribir las palabras tal como son [...]. Segundo, no se puede eliminar parte del texto sin señalarlo: esta <i>señal</i> de elipsis se efectúa mediante la inserción de tres puntos suspensivos que corresponden a la parte omitida. Tercero, no se debe interpolar; todos nuestros comentarios, aclaraciones y especificaciones tienen que aparecer entre <i>paréntesis cuadrados o corchetes</i>. Incluso los subrayados que no son del autor, sino nuestros, tienen que ser señalados” (Eco 2001: 169; las cursivas son del autor)</p> <p>“Si el autor que citáis, aunque digno de mención, incurre en un error patente de estilo o información, tenéis que respetar su error, pero señalarlo al lector al menos con unos corchetes de este tipo: [sic]” (Eco 2001: 169)</p> <p>Esta regla es parte de la gama de indicaciones que presentan las normas de citación, las cuales son bastante específicas en cuanto al nivel de detalle sobre cómo tratar cada caso. Por ello, es importante seleccionar aquella norma que vaya a guiar la redacción del informe y aprender cómo resolver en la escritura todos los percances que se puedan encontrar. Incluso, cuando una norma pudiera no tener una solución para un caso específico, se puede hacer la consulta a un(a) profesional que conozca del tema o, también, revisar otras normas, ya que podrían ampliar el panorama respecto de la acción por tomar. Por ejemplo, la norma American Psychological Association (APA, 2010).</p>
10	<p>“Citar es como aportar testigos en un juicio. Tenéis que estar siempre en condiciones de encontrar los testimonios y de demostrar que son aceptables. Por eso, la referencia tiene que ser <i>exacta y puntual</i> (no se cita a un autor sin decir qué libro y qué página) y <i>verificable por todos</i>” (Eco 2001: 169-170; las cursivas son del autor)</p> <p>Si bien los detalles de las palabras de Eco, una vez más, van a depender de la norma de citación que se emplee, a lo que se refiere es a mantener la exactitud y la <i>recuperabilidad</i> de la fuente. En principio, no siempre existe un número de página. Por ejemplo, se podría encontrar un artículo de una fuente importante en un medio de internet y no necesariamente se va a hallar un número de página (piénsese en un reportaje en línea de un diario nacional, por ejemplo, que esté mostrando la inversión en minería en el país en el último mes). Asimismo, en la realización de entrevistas, los textos de las transcripciones llegan a formar parte de las fuentes susceptibles de ser citadas para la investigación y no necesariamente deben tener una publicación previa en un medio oficial (es más, cuando se han dado bajo confidencialidad y anonimato, esto no podría ser así). De la misma forma, un texto obtenido de un sitio web podría, a partir de cierta fecha, ya no estar disponible en el enlace entregado en el informe de investigación. Por eso, la norma que se está empleando (Mayna y otros 2015) incluye la indicación de colocar, cuando se emplean fuentes de la web, la fecha de consulta.</p>

Adaptado de: Eco (2001: 164-170).

En cuanto a la estructura del marco teórico, es una buena práctica que este capítulo se encuentre dividido en subcapítulos, de manera que se puedan delimitar los subtemas claramente, sin que dejen de estar interrelacionados entre sí. La recomendación de Fernández y Del Valle (2016) para la sección del desarrollo del informe (es decir, entre la introducción y las conclusiones) es que no solo exista un

capítulo ni que cada capítulo tenga un solo subcapítulo. Es decir, promueve un mejor entendimiento al expresar, de manera separada en el texto, pero interrelacionada, las relaciones jerárquicas entre los contenidos que forman parte del informe. Este mismo concepto se traslada al entendimiento del marco teórico. Fernández y Del Valle (2016) recomiendan, también, realizar una breve introducción (que puede ser de un párrafo) al inicio de cada capítulo, que muestre su objetivo y los contenidos que se apreciarán¹⁵. Ahora, en cuanto al citado, una vez más, Fernández y Del Valle manifiestan que las citas “deben estar adecuadamente contextualizadas” (2016: 151), es decir, antecedidas “con una breve presentación que, de alguna manera, sugiera al lector la razón de su inclusión en la monografía y, en ese sentido, oriente su interpretación” (151). Finalmente, puede surgir la duda sobre cuándo usar citas textuales y cuándo de paráfrasis. Al respecto, Fernández y Del Valle dejan la siguiente recomendación:

Se recomienda emplear citas textuales o literales cuando consideramos que las palabras del autor consultado son tan precisas y claras que la paráfrasis no aportaría ningún valor adicional o esclarecedor a las ideas transmitidas. En cambio, de no ser ese el caso, resultará más conveniente presentar un resumen o paráfrasis de la fuente consultada, que recoja la idea o el contenido central que se quiere comentar, ilustrar o discutir en la monografía. Debemos cuidarnos de no convertir nuestra monografía en un gran compendio de citas sin más, sin que medie el análisis, discusión y contraste crítico de lo dicho en la bibliografía consultada, y sin que emerja de dicha presentación la voz propia del investigador (2016: 153).

Una manera de trabajar con el citado es darse tiempo para hacer una tarea previa. Esta tarea puede subdividirse en las siguientes subtarear: recolectar la bibliografía que se necesita, mantenerse abierto a la posibilidad de seguir recolectándola más adelante y estudiarla; en fichas u hojas pequeñas, escribir citas textuales o expresadas con palabras propias y que la fuente quede claramente identificada; distribuir las fichas y papeles entre los títulos y subtítulos de la estructura del informe (se puede pensar en una manera creativa de hacerlo, de manera que resulte eficiente); hacer un esquema mental, o en papel, de cómo se desea que fluya la redacción de cada capítulo o subcapítulo; definir cómo encajarían las citas recolectadas en ese esquema; empezar a escribir y continuar pausadamente, no solo según el esquema que se hizo, sino también con la inclusión de las citas; revisar lo escrito y evaluar que no haya redundancias ni citas que se hayan introducido de manera “forzada” que podrían, simplemente, descartarse; volver a revisar y verificar que se entienda la argumentación que se ha querido proponer. De esta forma, se puede tener una manera de trabajar no solo el marco teórico, sino también otras secciones del informe de investigación.

¹⁵ Esta recomendación se presenta para los informes de investigación, pero puede ser empleada para otro tipo de documentos. En la presente Guía, no se ha empleado este mecanismo debido a los estándares de diseño predefinidos para la misma.

8.6. Marco metodológico

A modo de contextualización, y según lo visto en los capítulos 3 y 5, en la sección destinada al marco metodológico debe explicitarse si se está trabajando con un enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto, e indicar el lugar o lugares, el periodo de tiempo, los accesos conseguidos y/o permisos para el levantamiento de datos y el desarrollo de la investigación (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 351). Asimismo, indicar con qué casos se ha trabajado, cuál ha sido el universo poblacional y cómo se ha definido la muestra; de la misma manera, explicar si el diseño ha sido experimental o no experimental, y si se ha tenido que realizar intervenciones (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 352).

Otro aspecto crucial es indicar el procedimiento seguido para llevar a cabo tanto la recolección de datos como su procesamiento y análisis (el procedimiento podría incluir la descripción de algunos de los puntos ya mencionados). En cuanto al proceso de recolección, señalar de qué forma se realizó, qué instrumentos de medición se usaron, cuáles fueron las variables o conceptos medidos, qué situaciones fuera de lo común se presentaron (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 352).

Es muy importante que el(la) investigador(a) sea detallista y preste atención tanto al orden como a la precisión con que redacte su marco metodológico. En primer lugar, da un indicio de que la persona ha estado plenamente consciente de lo que ha aplicado y la secuencia en que lo ha hecho; es decir, permite interpretar que cada elemento metodológico ha tenido una razón de ser y no ha sido tomado a la ligera. Asimismo, permite tener un mejor aprendizaje acerca de la investigación, no solo por el contenido que esta presenta, sino por la posibilidad de replicarla. Al respecto, Fernández y Del Valle afirman lo siguiente:

La sección de metodología o método debe presentar al lector con detalle los procedimientos seguidos por el investigador que le han permitido obtener los resultados que presentará en la sección siguiente. Esta sección debe ser transparente y clara, es decir, a partir de su consulta, un lector debería poder reconstruir o replicar el método empleado. En ese sentido, podrían ponerse a prueba los resultados y las conclusiones del investigador en otro momento (2016: 172).

Quien desarrolla la investigación puede estar seguro(a) de que, al redactarla, no solo proporciona confianza hacia su trabajo para quien lo estudia cuando cuida los detalles señalados, sino que, además, resulta bastante incómodo para la revisión el encontrarse con elementos presentados en la metodología que no fueron aplicados ("¿no se pudo?, ¿fue un olvido?, ¿lo detalló solo por alarde?"), así como elementos aplicados que no fueron presentados en el marco metodológico ("¿consideró que no era necesario mencionarlo?, ¿no hizo una revisión de su trabajo

para verificar concordancia?, ¿significa que otras partes de su texto también están desactualizadas?). No son aspectos a los que se les deba restar importancia.

8.7. Diagnóstico, propuesta y evaluación

Tanto el diagnóstico situacional, la propuesta de mejora y la evaluación económica representan los espacios donde la investigación se hace concreta. Representan su corazón, su centro neurálgico, y son secciones que pueden pensarse desde las siguientes preguntas:

¿En qué situación nos encontramos? Perfecto, entonces, ¿qué te parece si te propongo lo siguiente? Con ello, a fin de que tomes una decisión acertada, te mostraré el beneficio que podrías lograr.

Estas secciones, las cuales pueden tratarse en capítulos separados para captar más rápidamente su delimitación, priorizan la presentación de resultados, hechos y elaboraciones concretas. En ese sentido, deben trabajarse de una manera *esquemática*, de forma que se facilite el entendimiento de dichos “resultados, hechos y elaboraciones”. A consecuencia de ello, lo presentado debe estar en modo descriptivo únicamente: “A partir de los datos, se obtuvo la siguiente desviación estándar...”, “La prueba realizada, por consiguiente, conduce al rechazo de...”, “Por lo tanto, a consideración de las tasas empleadas, la recuperación de la inversión se da en...”. La interpretación (es decir, la presentación más “discursiva”) de los resultados se coloca en las conclusiones¹⁶.

Ahora, en relación con una sección propiamente de resultados –que, en este caso, se trataría de las secciones para diagnóstico y evaluación–, Fernández y Del Valle explican que allí “se presentan para el lector los datos ‘en bruto’ obtenidos como producto de la aplicación de la metodología [...] y de los análisis estadísticos realizados” (2016: 174). Asimismo, según Hernández, Fernández y Baptista, “es importante destacar que en este apartado no se incluyen conclusiones ni sugerencias, así como tampoco se explican las implicaciones de la investigación” (2010: 352).

Una manera de trabajar el estilo esquemático es mediante figuras (también nombradas como gráficos o ilustraciones) y tablas (también llamadas cuadros), dos elementos característicos de toda investigación cuando se deben presentar resultados u otro tipo de información que deba resaltar al interior de la narrativa principal. Las figuras, por lo general, se utilizan para presentar diagramas de flujo, mapas de proceso, mapas geográficos, fotografías, esquemas caracterizados, y contenidos similares. Se rescatan algunas consideraciones para las figuras y tablas:

¹⁶ Y, de ser pertinente, en una sección de discusión, que es común en investigaciones de Humanidades y Ciencias Sociales, así como investigaciones de enfoque cualitativo en general.

- “Se recomienda presentar los resultados de forma clara, directa y limpia. Las tablas y figuras son un medio eficaz para acercar los resultados al lector, de modo que pueda comprenderlos sin dificultad, idealmente en una sola mirada” (Fernández y Del Valle 2016: 175).
- “Las tablas, los cuadros, las figuras y los gráficos tendrán que enriquecer el texto; en lugar de duplicarlo, comunican los hechos esenciales” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 353).
- “No debe repetirse de forma literal (es decir, a manera de párrafo u oraciones) aquella información que ya se encuentra representada de forma numérica o gráfica en una tabla o figura” (Fernández y Del Valle 2016: 175)¹⁷.
- “Una buena figura es sencilla, clara y no estorba la continuidad de la lectura” (Hernández, Fernández y Baptista 2010: 353).
- “A continuación, luego de la tabla o figura, resulta recomendable destacar el resultado o hallazgo más importante revelado en la gráfica o tabla, de modo que el lector pueda conservarlo en su memoria y resaltarlo de modo especial” (Fernández y Del Valle 2016: 175).

Por último, va a ser muy probable que, tanto en el capítulo de marco metodológico como en las secciones (o capítulos) de diagnóstico, propuesta y evaluación, se muestren fórmulas matemáticas. Sea que se trate de fórmulas complejas o de las más simples, se debe procurar utilizar un editor de fórmulas apropiado para escribirlas (por ejemplo, la plataforma de Word contiene su propio editor, el cual es bastante flexible). De esta manera, la fórmula destacará como tal y, además, la redacción adquirirá una imagen más cuidadosa del detalle¹⁸.

8.8. Conclusiones (y recomendaciones)

Las conclusiones son parte de lo que Hernández, Fernández y Baptista (2010) llaman la “discusión”, una sección que, como se había comentado en el subcapítulo previo, se utiliza en investigaciones de Humanidades y Ciencias Sociales, así como en investigaciones bajo el enfoque cualitativo en general. Sin embargo, cabe destacar lo que, para los autores citados, se incluye en una sección de discusión, ya que el(la) investigador(a) en Ingeniería Industrial podría nutrir sus conclusiones (y recomendaciones) a partir de dicha visión, la cual se muestra en la tabla 8.6.

¹⁷ Esta indicación será aplicable en la medida que no se considere necesario proveer una explicación para la figura o tabla presentada. Tampoco lo será cuando, además de la llamada textual a la figura o tabla, sea pertinente introducir un breve comentario al respecto. En sí, se entiende la indicación citada desde el punto de vista de no volver a describir lo que ya está descrito claramente en una tabla o figura con fines de evitar redundancia, siempre y cuando ello no interfiera con algún resalte o explicación necesaria.

¹⁸ Asimismo, al escribir una fórmula –siempre separada del texto–, debe estar acompañada, en el margen derecho de la página, por el número correlativo que corresponda entre paréntesis: (1), (2), (3)... De esta manera, se puede citar cualquier fórmula mediante estos números para no volverla a escribir.

Tabla 8.6
¿Qué incluye una sección de discusión?

Conclusiones
Recomendaciones para nuevos estudios relacionados con el tema
Recomendaciones para la continuidad de la línea temática trabajada
Generalización de los resultados a la población
Evaluación de las implicaciones del estudio
Alcance en que se han respondido las preguntas de investigación
Alcance del cumplimiento de los objetivos de la investigación
Relacionamiento de los resultados con estudios existentes
Reconocimiento de las limitaciones de la investigación
Destaque de la importancia del estudio
Destaque del cómo encaja el estudio en el conocimiento disponible sobre el tema
Explicación de resultados inesperados
Explicación (o, al menos, especulación de la razón) sobre por qué no se probaron las hipótesis, de ser el caso

Adaptado de: Hernández, Fernández y Baptista (2010: 353).

En algunos contextos, el entendimiento de las conclusiones podría abarcar varios de los puntos señalados en la tabla 8.6, y no solo entenderse desde un alcance más reducido. Por ello, se propone comprender las conclusiones como las presentan Fernández y Del Valle:

En esta sección [sobre conclusiones] se presenta la interpretación de los principales hallazgos que han resultado de la investigación. Se relacionan los hallazgos con la teoría y las fuentes en general consultadas como parte de la investigación con el objetivo de darles una interpretación lógica y explicativa, que les confiera sentido y que, también, ilumine en alguna medida el campo de estudio. Así, se generaliza –con originalidad, pero, también, con cautela y responsabilidad– a partir de los hallazgos recogidos hacia el área temática o de conocimiento en que se insertan (2016: 158).

Si bien ambas visiones muestran a las conclusiones con distintos niveles de alcance, no es complicado hallar puntos en común. Por ejemplo, cuando Fernández y Del Valle (2016) se refieren a la relación de los hallazgos con la teoría y con las fuentes consultadas, se está hablando del relacionamiento de los resultados con estudios

existentes y se están evaluando las implicaciones del estudio, como se muestra en la tabla 8.6, basada en Hernández, Fernández y Baptista (2010). En conclusión, ambas miradas para definir una sección de discusión y/o conclusiones se complementan.

Por ello, cuando el(la) investigador(a) redacte sus conclusiones, deberá evitar la simpleza de un listado ligero de puntos y, en cambio, proveer una explicación para cada aspecto que vaya a desarrollar, de manera que pueda comprenderse a cabalidad lo logrado con la investigación y su importancia en la literatura científica (Fernández y Del Valle 2016: 158). Finalmente, las recomendaciones pueden entenderse como las consecuencias naturales de las conclusiones. En otras palabras, a partir de haber dejado en claro las conclusiones del estudio, se podrá estar preparado(a), también, para brindar recomendaciones sobre el mismo, las cuales pueden incluir, principalmente, consideraciones para la réplica de la metodología en contextos similares y distintos, y para la continuidad del desarrollo de la línea de investigación.

8.9. Referencias bibliográficas

En algunos casos, la sección de referencias bibliográficas, cuyo título está en el mismo nivel de jerarquía de los capítulos iniciados después de la introducción en el informe de investigación, a veces se presenta antes de los anexos y, otras, después. Además, en ocasiones, los anexos se presentan como un grupo de archivos aparte del documento principal, que es el que incluye la sección de referencias bibliográficas. No obstante, la ubicación de esta dependerá de las normas de publicación de la institución que reciba el informe de investigación.

Para la *construcción* de las referencias bibliográficas, puede ubicarse literatura muy variada destinada a explicar no solo a cómo citar, sino a cómo elaborar el listado de referencias, todo lo cual no es un asunto menor. Siempre, la recomendación es ir a las fuentes oficiales –impresas, en digital o en línea– de la norma específica que se vaya a seguir para el tratamiento bibliográfico. Una fuente no oficial podría no tener su instrucción actualizada o, incluso, haber introducido modificaciones en ciertos tipos de cita basadas en su propio criterio (muy aparte de que las normas oficiales suelen recomendar que se aplique el propio criterio cuando se da un caso que no han recogido, tomando el enfoque de la *mayor inclusión de información* e intentando seguir, sin excepción, los *parámetros proporcionados*).

No se trata de una cuestión únicamente de orden alfabético. No solo hay reglas para trabajar dicho “orden alfabético”, que también depende, además de las “primeras letras”, del año de edición de la fuente y de la repetición de autores, sino que el orden que deben seguir los “datos” en una referencia es bastante específico para cada tipo de referencia según lo solicitado. Anteriormente, en el subcapítulo 8.5, se ha sugerido el uso de la *Guía PUCP para el registro y el citado de fuentes* y del manual

de publicación de la APA¹⁹; sin embargo, la norma a utilizar dependerá, una vez más, de la reglamentación que establezca la institución que vaya a recibir el informe de investigación.

8.10. Anexos

Los anexos son también llamados apéndices. Para Hernández, Fernández y Baptista, “son útiles para describir con mayor profundidad ciertos materiales, sin distraer la lectura del texto principal del reporte o evitar que rompan con el formato de éste” (2010: 353). Para Fernández y Del Valle, se trata, justamente, de espacios donde se puede colocar información que “no resulta imprescindible para la comprensión de la argumentación presentada” (2016: 176).

Los anexos pueden entenderse como las extensiones del documento principal de la investigación donde se coloca información de la cual solo se necesita una referencia, un extracto o un análisis para la redacción central, sin que aquellos dejen necesariamente de tener importancia para la investigación. Por ejemplo, se podría incluir en un archivo de anexo la totalidad de las respuestas de una encuesta aplicada para un estudio de prefactibilidad y, en el diagnóstico situacional, colocar una tabla de resultados del análisis estadístico realizado.

Ahora, ¿qué sucede cuando los anexos incluyen bibliografía? Si han sido ubicados *antes* de la sección de referencias bibliográficas (y, necesariamente, no como archivos separados), las referencias nuevas que puedan incluir deberán estar listadas en dicha sección. En cambio, si los anexos han sido ubicados *después* de la sección de referencias bibliográficas o como *archivos aparte*, en principio, sus nuevos aportes de referencias (de ser el caso) no deberían aparecer en la lista principal. Sin embargo, si es permitido por la normativa utilizada, podría abrirse un apartado dentro de la sección de referencias bibliográficas para incluir las nuevas referencias que hayan aportado los anexos. Como alternativa (en el caso de que los anexos sean ubicados después de la sección principal de referencias bibliográficas o como archivos aparte), cada anexo podría incluir su propia sección de referencias bibliográficas en caso de haberlas usado.

Finalmente, se esperaría que las referencias bibliográficas nuevas que pudieran haber aportado los anexos no sean de la misma importancia que las citadas en el texto principal. Sin embargo, de serlo, será recomendable que, al hacer la llamada a un anexo en dicho texto, se haga también referencia a las fuentes en que se ha basado. En general, el contenido más importante debe siempre permanecer en el texto principal.

¹⁹ Y hay más. Por ejemplo, Fernández y Del Valle (2016) agregan el manual MLA (Modern Language Association) y el manual IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).



REFERENCIAS

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION (APA)

2010 *Publication Manual of the American Psychological Association*. Sexta edición. Washington, DC: American Psychological Association.

BILLINGS, Chris y otros

2005 "El papel y la carrera profesionales del ingeniero industrial en la organización moderna". En ZANDIN, Kjell (editor). *Maynard. Manual del Ingeniero Industrial*. Tomo I. Quinta edición (traducida). México D. F.: McGraw-Hill, pp. 1.23-1.41.

BLANK, Leland y Anthony TARQUIN

2004 *Ingeniería económica*. Quinta edición. México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana.

CHERRY, Catherine y Nick PIDGEON

2018 "Is sharing the solution? Exploring public acceptability of the sharing economy". *Journal of Cleaner Production*. Volumen 195, pp. 939-948. Consulta: 3 de julio de 2019.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618316378>

CONGRESO DE LA REPÚBLICA

2014 Ley N.º 30220. Ley Universitaria. Lima, 9 de julio.

ECO, Umberto

2001[1977] *Cómo se hace una tesis*. Barcelona: Gedisa.

EHM, Franz

2019 "A data-driven modeling approach for integrated disassembly planning and scheduling". *Journal of Remanufacturing*. Volumen 9, número 2, pp. 89-107. Consulta: 3 de julio de 2019.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13243-018-0058-6>

FERNÁNDEZ, María y Julio DEL VALLE

2016 *Cómo iniciarse en la investigación académica. Una guía práctica.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial.

GIDO, Jack y James P. CLEMENTS

2007 *Administración exitosa de proyectos.* Tercera edición. México, D. F.: Cengage Learning.

GREENE, Timothy

2005 "El futuro de la ingeniería industrial: una perspectiva". En ZANDIN, Kjell (editor). *Maynard. Manual del Ingeniero Industrial.* Tomo I. Quinta edición (traducida). México D.F.: McGraw-Hill, pp. 1.103-1.117.

HENNINK, Monique, Ajay BAILEY y Inge HUTTER

2011 *Qualitative research methods.* Londres: Sage.

HERNÁNDEZ, Roberto, Carlos FERNÁNDEZ y Pilar BAPTISTA

2010 *Metodología de la investigación.* Quinta edición. México D. F.: McGraw-Hill.

HICKS, Philip

2005 "Fundamentos de la ingeniería industrial". En ZANDIN, Kjell (editor). *Maynard. Manual del Ingeniero Industrial.* Tomo I. Quinta edición (traducida). México D. F.: McGraw-Hill, pp. 1.91-1.102.

HILLIER, Frederick y Gerald LIEBERMAN

2010 *Introducción a la investigación de operaciones.* Novena edición. México D. F.: McGraw-Hill.

KEOWN, Arthur y otros

1999 *Introducción a las finanzas. La práctica y la lógica de la dirección financiera.* Segunda edición. Madrid: Prentice Hall.

KIM, J. y R. L. LEWIS

1987 "A large scale linear programming application to least cost charging for foundry melting operations". *Transactions of the American Foundrymen's Society*. Volumen 95, pp. 735-744.

KNIAZIEVA, Nina. y Anastasia KALCHENKO

2018 "Quality control of multimedia services in mining enterprises' corporate networks". *Information Technologies, Systems Analysis and Administration*. Número 2, pp. 107-113. Consulta: 3 de julio de 2019.
http://www.nvngu.in.ua/jdownloads/pdf/2018/02/NVNGU02_2018_Kniazieva.pdf

MARTIN-VEGA, Louis

2005 "El propósito y la evolución de la ingeniería industrial". En ZANDIN, Kjell (editor). *Maynard. Manual del Ingeniero Industrial*. Tomo I. Quinta edición (traducida). México D.F.: McGraw-Hill, pp. 1.3-1.21.

MARTÍNEZ, Janis y Juan CABREJOS

2011 *Aplicación de un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño*. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado.

MARTÍNEZ, Miguel

2006 *Ciencia y arte en la Metodología Cualitativa*. Segunda edición. México D.F.: Trillas.

MAYNA, Mercedes, Karem ROBERTSON, Andrea SATO, Elizabeth TAVERA y José VIDAL

2015 *Guía PUCP para el registro y el citado de fuentes*. Lima. Consulta: 12 de julio de 2019.
https://s3.amazonaws.com/files.pucp.edu.pe/homepucp/uploads/2016/06/08105745/Guia_PUCP_para_el_registro_y_citado_de_fuentes-2015.pdf

MENDENHALL, William, Robert BEAVER y Barbara BEAVER

2015 *Introducción a la probabilidad y estadística*. Traducción de Jorge Velázquez Arellano. Decimocuarta edición. México, D.F.: Cengage Learning.

MONTGOMERY, Douglas y George RUNGER

2009 *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. Traducción de Edmundo Urbina Medal. Segunda edición. México: Limusa Wiley.

RAICU, Serban y otros

2019 "Including negative externalities during transport infrastructure construction in assessment of investment projects". *European Transport Research Review*. Volumen 11, número 24, pp. 1-15. Consulta: 3 de julio de 2019. <https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-019-0361-9>

READ, Ronald

2005 "El ingeniero industrial como administrador". En ZANDIN, Kjell (editor). *Maynard. Manual del Ingeniero Industrial*. Tomo I. Quinta edición (traducida). México D.F.: McGraw-Hill, pp. 1.59-1.89.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE)

2019 *Diccionario de la lengua española*. Versión electrónica. <http://dle.rae.es/?w=diccionario>

SALAS-NAVARRO, Katherinne y otros

2019 "Evaluación de la cadena de suministro para mejorar la competitividad y productividad en el sector metalmeccánico en Barranquilla, Colombia". *Información Tecnológica*. Volumen 30, número 2, pp. 25-32. Consulta: 3 de julio de 2019. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000200025&lng=en&nrm=iso&tlng=en

SMITH, Adam

2011 *La riqueza de las naciones*. Tercera edición. Madrid: Alianza Editorial.

TAHA, Hamdy

2012 *Investigación de operaciones*. Novena edición. México D. F.: Pearson Educación.

WINSTON, Wayne

2005 *Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos*. Cuarta edición. México D. F.: Thomson.



**SECCIÓN
INFORMATIVA**

OFICINA DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN (OPEI):

PROGRAMA DE APOYO A LA INICIACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN (PAIN)

Este programa brinda apoyo económico para alentar la iniciación en la investigación de aquellos estudiantes de pregrado de la PUCP que revelen vocación e interés por la investigación especializada. En ese sentido, se quiere favorecer el acercamiento de los estudiantes al desarrollo de proyectos de investigación y, así, contribuir a la identificación y formación inicial de nuevos talentos para la investigación en las diversas áreas del conocimiento cultivadas en la PUCP.

Más información:

Contacto: Oficina de Promoción y Evaluación de la Investigación

Unidad: Dirección de Gestión de la Investigación

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexos 2327, 2118, 2183

Correo electrónico: concursos.dgi@pucp.edu.pe

Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

PROGRAMA DE APOYO AL DESARROLLO DE TESIS DE LICENCIATURA (PADET)

A través de este programa, se busca fortalecer la vocación investigadora y ofrecer una ayuda económica a quienes decidan culminar sus estudios de pregrado con la presentación de una investigación (tesis). De esta manera, se busca contribuir a la consolidación y puesta en práctica de los aprendizajes propios de esta etapa de formación. El PADET está dirigido a estudiantes que estén por culminar sus estudios de pregrado y a egresados de la PUCP.

Más información:

Contacto: Oficina de Promoción y Evaluación de la Investigación

Unidad: Dirección de Gestión de la Investigación

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexos 2327, 2118, 2183

Correo electrónico: concursos.dgi@pucp.edu.pe

Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN PARA ESTUDIANTES DE POSGRADO (PAIP)

Mediante este programa, el Vicerrectorado de Investigación (VRI) apoya económicamente el proceso de formación para la investigación especializada de los estudiantes de posgrado de la PUCP y estimula la elaboración de tesis de alto nivel académico. El PAIP está dirigido a todos los estudiantes de maestría y doctorado que tengan su plan de tesis inscrito en la Escuela de Posgrado y un asesor asignado.

Más información:

Contacto: Oficina de Promoción y Evaluación de la Investigación

Unidad: Dirección de Gestión de la Investigación

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexos 2327, 2118, 2183

Correo electrónico: concursos.dgi@pucp.edu.pe

Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

LINEAMIENTOS PARA LA ASIGNACIÓN DE FONDOS INTERNOS DE INVESTIGACIÓN

El VRI ha aprobado los **Lineamientos para la Asignación de Fondos Internos de Investigación**, donde se presentan con mayor detalle las características propias de los apoyos que ofrece el VRI a profesores, estudiantes y egresados. Para postular a los concursos de investigación de la PUCP, **es necesario, además de la lectura de las respectivas bases, revisar dichos lineamientos**. El documento puede ser consultado en la página web del VRI: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

DEFINICIONES Y CONVENCIONES BÁSICAS PARA LA ASIGNACIÓN DE FONDOS INTERNOS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan algunas definiciones, términos y criterios, tal como son usados en la PUCP, y que están relacionados con la Asignación de Fondos Internos de Investigación. Puede ver la lista completa en el documento *Lineamientos para la Asignación de Fondos Internos de Investigación* que se encuentra en la página web del VRI.

- **Asistente de investigación:** estudiante o egresado de la PUCP o de otra institución de educación superior que participa en un proyecto de investigación para asistir a los investigadores en el desarrollo de las actividades programadas. El coordinador de la investigación deberá justificar debidamente la participación de los asistentes de otras instituciones de educación superior.
- **Convocatoria:** anuncio institucional del lanzamiento de un concurso o premio del VRI con los términos y condiciones de participación.

- **Coordinador de la investigación:**¹ docente o investigador con cargo administrativo de los centros e institutos de la PUCP que está a cargo de registrar y presentar la propuesta de investigación. En caso que esta resulte ganadora, deberá responsabilizarse por la buena marcha de la investigación, realizar las gestiones económicas y administrativas ante la DGI, rendir cuentas respecto a la ejecución del presupuesto, y cumplir con la entrega de los informes y de los productos de la investigación.
- **Co-investigador:** docente de la PUCP que participa en un proyecto de investigación junto con el coordinador de la investigación. También se puede considerar en este caso la participación de investigadores externos a la PUCP y, de forma excepcional, de algún estudiante PUCP.
- **Desarrollo tecnológico:** modalidad particular de investigación aplicada que tiene una directa relación con algún proceso específico tecnológico productivo o de desarrollo de servicios que la investigación se propone mejorar o iniciar. De esta forma, mediante la aplicación de sus resultados, puede generar productos, procedimientos, diseños, entre otros.
- **Investigación Aplicada:** investigación que consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos y está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.²
- **Investigación Artística:** investigación que busca hacer aportes desde la creación y práctica artística para la generación de nuevo conocimiento. Tiene dos componentes, el producto artístico y el texto académico que da cuenta del proceso de investigación realizado durante la práctica artística.
- **Investigación Básica:** investigación que consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.³
- **Propuesta de investigación:** documento que recoge el planteamiento de una hipótesis, metodología, objetivos y actividades a desarrollarse dentro de un plazo y con presupuesto determinado. Una vez que la propuesta es aprobada pasa a denominarse Proyecto de Investigación PUCP.
- **Subvención:** presupuesto aprobado por el VRI para el desarrollo de un proyecto o actividad de investigación. Es potestad del VRI conceder la totalidad del presupuesto solicitado o aprobar solo una parte del mismo.

¹ Para el caso de los grupos de investigación de la PUCP, no es necesario que el coordinador del grupo sea también el coordinador de la investigación.

² Organización para la cooperación y desarrollo económicos (2002). *Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental. Manual de Frascati*. Madrid: Fundación Española Ciencia y Tecnología.

³ Ídem.

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN:

Los grupos de investigación son asociaciones voluntarias de investigadores que se organizan en torno a uno o varios temas de investigación de común interés para generar nuevos conocimientos. En la PUCP, existen desde hace 25 años y desarrollan las siguientes actividades:

- La realización de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación.
- La publicación y difusión de resultados de investigación en libros y revistas.
- El registro y protección de la propiedad intelectual y derechos de autor.
- La promoción de la investigación entre los estudiantes de las especialidades de los grupos que pueda dar lugar a informes de investigación o tesis de pregrado y posgrado.
- La organización de encuentros científicos y/o tecnológicos relacionados con la investigación (conferencias, congresos, seminarios, talleres, etc.) abiertos a la participación nacional e internacional.

POLÍTICA PARA GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA PUCP

Reconociendo su importancia, en junio del 2013, el VRI aprobó la Política para grupos de investigación de la PUCP, con el objetivo principal de promover su conformación y desarrollo.

Para ello, la Universidad ofrece acceso a financiamiento –a través del Fondo de Apoyo a Grupos de Investigación (FAGI)–, la posibilidad de establecer convenios y contratos de investigación con el apoyo de la PUCP, una plataforma web para la difusión de investigaciones y actividades, entre otros beneficios. En este sentido, los grupos deben estar reconocidos por el VRI y, para ello, deben cumplir una serie de requisitos para su constitución como, por ejemplo, presentar planes bienales y estar conformados por, al menos, dos alumnos matriculados en cualquier ciclo de estudios de la Universidad. La DGI evalúa cada dos años a los grupos de investigación; para ello, toma en cuenta su productividad, el cumplimiento de su plan de trabajo y la calidad de los productos entregados.

LOS BENEFICIOS DE PERTENECER A UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Entre otros beneficios, como alumno, formar parte de un grupo de investigación le permitirá lo siguiente:

- Iniciar su formación como investigador.
- Participar en el desarrollo de los proyectos de investigación con la posibilidad de enmarcar su proyecto de tesis en las actividades del grupo.
- Colaborar con las actividades de visualización de resultados, como la publicación en revistas científicas, presentaciones en congresos, eventos científicos, entre otros.
- Participar en la organización de talleres, cursos y otros eventos académicos.

DATOS CLAVES

- Actualmente, la PUCP cuenta con más de 130 grupos de investigación reconocidos ante el VRI. Estos abarcan una amplia gama de áreas temáticas, tanto disciplinarias como interdisciplinarias.
- Para ver el catálogo completo de grupos de los investigación, y conocer detalles de la política que los promueve, puede visitar la página web del VRI: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>
- Dentro del VRI, la unidad encargada del reconocimiento, apoyo y evaluación de los grupos de investigación es la Dirección de Gestión de la Investigación (DGI).

Más información:

Contacto: Oficina de Promoción y Evaluación de la Investigación

Unidad: Dirección de Gestión de la Investigación

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexo 2386

Correo electrónico: grupos.dgi@pucp.edu.pe

Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

OFICINA DE INNOVACIÓN (OIN):

En el año 2010, la DGI creó la Oficina de Innovación (OIN) para que actúe como bisagra entre la investigación desarrollada en la Universidad, los fondos públicos y el sector empresarial. Por ello, su principal función es ser el nexo entre empresarios e investigadores para favorecer la relación universidad-empresa, la cual se concreta en la realización de proyectos de innovación. Durante el tiempo que lleva creada, ha impulsado numerosos proyectos de innovación en asociación con empresas, los que responden a la demanda del mercado y cuentan con objetivos que proponen la innovación.

De esta forma, una vez culminado el proyecto que se realiza en asociación con la empresa, la OIN se ocupa de realizar la transferencia de tecnología. Mediante este proceso, los conocimientos obtenidos son transferidos a quienes los demandan, a través de un paquete tecnológico que contiene toda la información necesaria para que, tras un estudio de mercado, la empresa lleve a la práctica la investigación y desarrolle sus nuevos productos o servicios.

Más información:

Contacto: Oficina de Innovación
Unidad: Dirección de Gestión de la Investigación
Pontificia Universidad Católica del Perú
Teléfono: 626-2000 anexos 2185, 2191, 2190
Correo electrónico: idi@pucp.edu.pe
Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

OFICINA DE PROPIEDAD INTELECTUAL (OPI):

LA PROPIEDAD INTELECTUAL

La propiedad intelectual se genera con las actividades creativas o inventivas realizadas por el intelecto humano, como puede ser escribir un libro o artículo, desarrollar un *software*, pintar un paisaje, diseñar un plano arquitectónico, inventar un nuevo producto o procedimiento, entre otras acciones.

El derecho de la propiedad intelectual es el sistema de protección legal que otorga derechos de exclusividad sobre los resultados de las creaciones intelectuales protegibles, con la finalidad de incentivar la actividad creativa y fomentar el desarrollo cultural y económico.

De esta forma, el derecho de la propiedad intelectual se divide en dos grandes áreas: propiedad industrial y derecho de autor.

¿Qué protege el derecho de autor?

El derecho de autor es la rama del derecho de la propiedad intelectual que se encarga de proteger a los creadores de obras personales y originales, así les reconoce una serie de prerrogativas de índole moral y patrimonial.

Los derechos morales son aquellos que protegen la personalidad del autor en relación con su obra, y se caracterizan por ser perpetuos e intransferibles. Los derechos patrimoniales, por su parte, son aquellos que permiten a los autores explotar sus creaciones y obtener un beneficio económico de ellas, se caracterizan por ser temporales y transferibles.

¿Qué es una obra?

De acuerdo con nuestra legislación, una obra es toda creación intelectual personal y original, susceptible de ser divulgada o reproducida en cualquier forma, conocida o por conocerse. Una obra es personal si ha sido creada exclusivamente por personas naturales, así queda excluida la posibilidad de tener como autor a personas jurídicas o máquinas. Asimismo, una obra será original si el autor ha plasmado en ella la impronta de su personalidad, de modo tal que la individualiza, pues le ha otorgado características únicas que la diferencian de otras obras del mismo género.

¿Puedo usar una obra ajena en mi artículo, ensayo o ponencia sin tener que pedir autorización al autor?

Sí. Uno de los límites de los derechos patrimoniales de autor es el correcto ejercicio del derecho de cita; para tales efectos, se debe cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 44° de la Ley sobre el Derecho de Autor, Decreto Legislativo 822:

- Debe citarse una obra divulgada, es decir, que se haya dado a conocer al público.
- Se debe mencionar el nombre del autor y la fuente de la obra citada. Para ello, se puede consultar la **Guía PUCP** para el citado de fuentes.
- Se debe usar la obra citada con un motivo justificado; es decir, para reforzar nuestra postura, o para comentarla o criticarla en nuestra obra.
- Debemos citar, únicamente, lo necesario sin afectar la normal explotación de la obra (no se puede citar la obra completa, pues no se debe desincentivar la compra de un ejemplar de esta).
- Se debe diferenciar el aporte del autor citado respecto al nuestro (por ejemplo, mediante el uso de comillas).

¿Todas las obras antiguas, sean literarias, musicales o artísticas, son de libre uso?

No. Únicamente serán de libre uso aquellas obras que sean parte del Dominio Público (PD, por sus siglas en inglés) por haberse extinguido los derechos patrimoniales de sus autores. Como regla general, los derechos patrimoniales de autor duran toda la vida del autor y 70 años después de su fallecimiento. Después de dicho plazo, la obra podría usarse libremente. En tal supuesto, se podrá usar libremente la obra en PD con la única salvedad de reconocer el nombre de su creador.

Cabe indicar que existen supuestos en los que el plazo se computa de distinta forma. Este es el caso de obras anónimas y seudónimas, obras colectivas, obras audiovisuales, programas de ordenador y obras publicadas en volúmenes sucesivos.

A efectos de ubicar obras en PD, se puede visitar el siguiente enlace: <https://archive.org/details/publicdomainworks.net>

¿Puedo obtener fotocopias o escanear fragmentos de una obra para fines exclusivamente educativos, sin necesidad de solicitar una autorización al autor?

Sí. No obstante, debe tenerse presente que la referida excepción estipulada en la Ley sobre el Derecho de Autor, modificada por la Ley N° 30276, faculta únicamente a las instituciones educativas a realizar fotocopias o escanear fragmentos de una obra sin contar con la autorización de los titulares de derecho, en la medida que el uso de la obra se enmarque dentro de las actividades académicas que impartan.

En tal sentido, instituciones como la nuestra podrán fotocopiar o escanear artículos, discursos, frases originales, poemas unitarios o breves extractos de obras lícitamente publicadas (divulgadas por o con autorización de su autor), en la medida que estén destinadas a la enseñanza o realización de exámenes y no sean comunicadas o puestas a disposición del público en general.

Será necesario que el uso de dichas fotocopias o fragmentos escaneados se encuentre justificado por las necesidades de enseñanza, respete los usos honrados (no desincentive la compra de los ejemplares originales), cite adecuada y obligatoriamente al autor, y que su distribución no tenga fines de lucro.

¿Qué es el *copyright* (©)?

Es una expresión anglosajona equivalente a “derecho de copia”, lo que comprende a los derechos patrimoniales, según nuestro sistema de derecho de autor. En tal sentido, el autor, o la persona a la que haya transferido sus derechos patrimoniales, es quien tiene las facultades exclusivas para realizar la explotación de su obra. En este sentido, la mención del *copyright* hace público el hecho de que todos los derechos patrimoniales se encuentran reservados a favor del titular que se indica junto a este signo (ejemplo: © Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

¿Qué son las licencias Creative Commons (CC)? ¿Aplican solo para obras literarias?

Las licencias CC son un conjunto de modelos de licenciamiento estandarizados que permiten al autor gestionar sus propios derechos patrimoniales otorgando permisos al público en general. En efecto, gracias a las licencias CC, el titular tiene la alternativa de otorgar determinados permisos a cualquier interesado a fin de que utilice (reproduzca, distribuya, comunique al público o sincronice) sus obras de forma libre, siempre que reconozca su autoría y cumpla con determinadas condiciones, de acuerdo con el tipo de licencia elegida (se podrán hacer usos comerciales e incluso hacer transformaciones a las referidas obras).

Siendo esto así, el autor podrá publicar cualquiera de sus obras incorporando el símbolo CC, sean obras literarias, científicas, dramáticas, fotográficas, musicales o pictóricas, entre otras.

¿Si un material no tiene el símbolo © o CC, significa que puede ser utilizado libremente?

No. El uso de la denominación *copyright* o símbolo © es un indicador que nos permite reconocer fácilmente quién o quiénes son los titulares de derechos sobre una obra. Sin embargo, en caso los titulares no incluyan dicho símbolo al lado de su nombre, tal omisión no implicará la pérdida de sus derechos, sino que únicamente dificultaría al lector identificarlo.

Por otro lado, si una obra no cuenta con el símbolo CC, o no señala algún tipo de licencia que se pueda emplear, debemos entender que mantiene todos los derechos reservados a favor de sus titulares. Por este motivo, es necesario solicitar la autorización de ellos para poder emplearla, salvo que nos encontremos frente a una obra que sea de dominio público o a un supuesto de excepción establecido en la ley.

¿Qué páginas o servicios en línea puedo utilizar para descargar imágenes o música con el fin de usarlas libremente en mi curso, blog o diapositivas, entre otros?

La organización sin fines de lucro Creative Commons ha puesto a disposición del público un buscador de obras licenciadas bajo la CC. Se puede acceder a dicho buscador, a través del siguiente enlace: <http://search.creativecommons.org/?lang=es>

Dicho buscador permite ubicar diversos tipos de obras, tales como imágenes, música, fotografías y videos, seleccionando el tema que se esté buscando y según el uso que se pretenda dar a la obra. Por ello, se ha consignado, al lado de la barra de búsqueda, la opción de ubicar obras para usos comerciales y/o para transformar la obra, ya sea adaptándola o editándola.

Por otro lado, tal como se mencionó anteriormente, en todos los casos deberá reconocerse la autoría del creador de la obra, colocar el título de la misma, indicar el tipo de licencia CC bajo la cual se autorizó su uso y consignar el enlace desde donde cualquier tercero pueda consultar las condiciones de la licencia concedida.

Más información:

Contacto: Oficina de Propiedad Intelectual

Unidad: Vicerrectorado de Investigación

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexo 2213

Correo electrónico: opi-pucp@pucp.edu.pe

ESCUELA DE POSGRADO:

La Escuela de Posgrado de la PUCP es una comunidad académica que se encarga de ofrecer una formación flexible e interdisciplinaria de excelencia a nivel de posgrado. A partir de la investigación, especialización e innovación, contribuye al avance en la producción de conocimiento y su aplicación a la sociedad. Para ello, cuenta con diversos tipos de becas y fondos que ayudan a alumnos de posgrado, de diversas especialidades, a continuar con sus estudios académicos y desarrollo profesional. Para conocer, a mayor detalle, la lista completa de las becas y fondos que ofrece la Escuela de Posgrado de la PUCP, puede visitar el siguiente enlace: <http://posgrado.pucp.edu.pe/becas-y-beneficios/becas/>

Más información:

Contacto: Escuela de Posgrado
Pontificia Universidad Católica del Perú
Teléfono: 626-2000 anexos 2530, 2531
Correo electrónico: posgrado@pucp.edu.pe

DIRECCIÓN ACADÉMICA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL (DARS):

CONCURSO DE INICIATIVAS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL PARA ESTUDIANTES

Desde el año 2010, con el objetivo de alentar y promover la Responsabilidad Social Universitaria (RSU), la Dirección Académica de Responsabilidad Social (DARS) organiza el concurso de iniciativas de RSU para estudiantes. A través de este concurso, se busca vincular el proceso de formación profesional y académica de los estudiantes con las demandas de nuestra diversidad social.

Es así que cada año se financian y acompañan iniciativas ganadoras que evidencien su preocupación por algún problema del país y su interés para generar, a partir de propuestas de investigación - acción, nuevos conocimientos y sensibilidades en la comunidad PUCP sobre las problemáticas identificadas.

APOYO ECONÓMICO PARA LA INCORPORACIÓN DEL ENFOQUE DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA (RSU) EN PROYECTOS GANADORES PAIN, PADET Y PAIP

La DGI y la DARS, a través de su vínculo institucional, buscan promover iniciativas que aporten a la generación de nuevos conocimientos pertinentes para el desarrollo social y ciudadano. En ese sentido, el objetivo de este apoyo económico es permitir a los estudiantes de pregrado y posgrado incorporar, como uno de sus objetivos de investigación, el desarrollo de incidencia social y/o pública.

Una vez seleccionadas las propuestas de investigación ganadoras de cada programa de apoyo, la DARS lanza la convocatoria para que los y las ganadores(as) interesados(as) puedan postular al Apoyo Económico RSU. Para la postulación, los y las estudiantes deben proponer, como acción mínima, una forma de devolverle a la comunidad o institución la información recogida en la investigación. Esta devolución deberá tener en cuenta las necesidades y demandas particulares de los actores con los que se trabajó, a fin de contribuir en la resolución de alguna problemática identificada en el proceso de investigación. La DARS evalúa las propuestas y, para ello, toma en cuenta la pertinencia de las acciones y su viabilidad.

Más información:

Contacto: Dirección Académica de Responsabilidad Social

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexo 2142

Correo electrónico: dars@pucp.pe

Página web: www.dars.pucp.edu.pe/

Facebook: <https://es-la.facebook.com/pucpdars>

OFICINA DE BECAS (OB):

La Oficina de Becas (OB) tiene la función principal de administrar, difundir y promover programas de becas educacionales, proporcionados por la PUCP e instituciones externas, tanto a alumnos de pregrado de la Universidad como postulantes a esta. Con dichas becas la PUCP busca premiar e incentivar la excelencia académica, y, de esa manera, procurar la continuidad en la Universidad de estudiantes aptos para el quehacer universitario.

La OB cuenta, hoy en día, con más de 25 programas dirigidos a estudiantes de las diversas especialidades de pregrado. Para conocer, a mayor detalle, la lista completa de las becas por especialidad, puede visitar el siguiente enlace: <http://www.pucp.edu.pe/pregrado/becas/?tipobeca=estudiantes&convocatoria=&carrera=beca=>

SECRETARÍA GENERAL:

BENEFICIOS DECLARADOS POR RESOLUCIÓN RECTORAL

- a. **Beca en atención a las disposiciones de la Ley N.º 28036, Ley de Promoción y Desarrollo del Deporte**

Se otorga a los deportistas que cuenten con la denominación de deportista calificado de alto nivel, previa propuesta de la respectiva federación deportiva nacional y con inscripción vigente en el Registro Nacional del Deporte (Renade). Dichas becas están supeditadas a las calificaciones académicas de los alumnos.

- b. **Descuentos a los descendientes de don José de la Riva Agüero y Osma**

Se otorgan en atención a las Normas para la concesión de descuentos sobre los derechos académicos a favor de los descendientes de don José de la Riva-Agüero y Osma, en conformidad con lo previsto en la Resolución de Consejo Universitario N.º 042/2002 del 17 de abril del 2002.

- c. **Crédito Educativo**

La Comisión de la Beca de Estímulo Académico Solidario (BEAS) y Crédito Educativo (CE) indica la relación de alumnos beneficiarios de los créditos educativos. El proceso de otorgamiento de estos se lleva a cabo conforme con lo dispuesto en el Reglamento General del Sistema de Becas y Crédito Educativo, así debe constar en el acta de la comisión, para lo cual se toma en cuenta el rendimiento académico y la situación socioeconómica de los alumnos.

- d. **Becas para los estudiantes integrantes del Coro y Conjunto de Música de Cámara de la Universidad**

Regulado por el Reglamento de Becas para los Estudiantes que participan en las Actividades Culturales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, aprobado por la Resolución de Consejo Universitario N.º 038/2009 del 1 de abril del 2009 y promulgado mediante la Resolución Rectoral N.º 265/2009 del 22 de abril del 2009.

Mediante estas becas se entrega un estipendio mensual, cada uno, a favor de los integrantes del Coro y Conjunto de Música de Cámara de la Pontificia Universidad Católica del Perú, que sean señalados por la Dirección de Actividades Culturales.

e. Beca a favor de los descendientes en línea directa de don Félix Denegri Luna

De acuerdo con lo contemplado en el Testimonio de Escritura Pública de la minuta de donación de bienes muebles y renta vitalicia, celebrado entre los descendientes directos de don Félix Denegri Luna y la Universidad, en su cláusula tercera se señala que la Universidad se compromete a brindar un máximo de tres becas de estudios para los descendientes en línea directa de don Félix Denegri Luna, cada una por un periodo de 6 años.

Más información:

Contacto: Secretaría General
Pontificia Universidad Católica del Perú
Teléfono: 626-2000 anexos 2200, 2201
Correo electrónico: secgen@pucp.edu.pe

OFICINA DE LA RED PERUANA DE UNIVERSIDADES (RPU):

DIRECCIÓN ACADÉMICA DE RELACIONES INSTITUCIONALES (DARI)

FONDO CONCURSABLE DE APOYO AL TRABAJO DE CAMPO RPU:

Desde el año 2014, se viene realizando el Fondo Concursable de Apoyo al Trabajo de Campo RPU. Este fondo busca promover la movilidad académica de estudiantes y docentes hacia las universidades que conforman la Red Peruana de Universidades (RPU), así como impulsar la reflexión y el conocimiento acerca de las diversas realidades que conforman nuestro país. Asimismo, se propone construir las condiciones para el futuro desarrollo de grupos y líneas de investigación entre universidades de la RPU. Por este motivo, se solicita que los postulantes establezcan relación con profesores o docentes de las universidades de la RPU.

El fondo concursable cuenta con tres categorías: profesor con alumnos asistentes, alumno tesista y curso de pregrado. La segunda categoría busca promover las investigaciones que los estudiantes o recientemente egresados de la PUCP están realizando para su licenciatura. De acuerdo con esta categoría, el trabajo de campo debe enmarcarse dentro de la investigación de la tesis y ejecutarse durante el segundo semestre de cada año.

INTERCAMBIO ESTUDIANTIL RPU:

A través del intercambio estudiantil de la RPU, se busca crear una comunidad universitaria peruana, a través de la cual se pueda compartir experiencias y construir vínculos a largo plazo con alumnos de todo el país. Por medio de este intercambio, los alumnos de la PUCP pueden realizar un semestre académico en una universidad de la Red para conocer y aprender de entornos académicos distintos, desarrollar su tesis de licenciatura y/o una investigación personal o articular su semestre académico con alguna práctica preprofesional.

Más información:

Contacto: Oficina de la Red Peruana de Universidades

Unidad: Dirección Académica de Relaciones Institucionales

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexos 2178, 2196

Correo electrónico: rpu@pucp.pe

Página web: www.rpu.edu.pe

Facebook: <https://www.facebook.com/redperuanadeuniversidades?fref=ts>

OFICINA DE MOVILIDAD ESTUDIANTIL:

La PUCP, a través de la Dirección Académica de Relaciones Institucionales (DARI), ofrece a sus alumnos de pregrado la posibilidad de estudiar en prestigiosas universidades extranjeras, y de poder convalidar dichos cursos al regresar al país.

Cada año, son más de 200 estudiantes de pregrado que aprovechan esta oportunidad para cursar un semestre en una universidad extranjera mediante un programa de intercambio PUCP. Gracias a una oferta amplia, que suma más de 30 países de destino, y diversa en cuanto a los requisitos y a la inversión necesaria, se busca dar a todos los estudiantes la oportunidad de tener una experiencia internacional.

Contacto: Oficina de Movilidad Estudiantil

Unidad: Dirección Académica de Relaciones Institucionales

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexos 2160, 2164

Correo electrónico: intercambios@pucp.edu.pe

Página web: <http://intercambio.pucp.edu.pe/portal/index.php>

OFICINA DE APOYO ACADÉMICO (OAA):

La Oficina de Apoyo Académico (OAA) de la Dirección de Asuntos Académicos (DAA) tiene a su cargo, como una de sus funciones principales, la gestión de actividades y recursos que ayuden al desarrollo de las competencias generales PUCP. Es así que, con su Programa de Actividades Académicas, lleva a cabo una serie de talleres gratuitos ofrecidos a los alumnos de pregrado.

El inventario de talleres se muestra a continuación:

Cuadro N° 1

Lyrics: representando realidades a través de letras de canciones	Se analiza el contenido y la propuesta estética de letras de canciones que se consideran como productos culturales vinculados a fenómenos, ideas y procesos.
Cine como espacio de argumentación	Se centra en el análisis de películas para el reconocimiento de un dilema ético, a través del cual se orienta al estudiante hacia la definición de una postura sustentada frente a este.
Debate: el poder persuasivo de la palabra	Se enfoca en reconocer las características formales de un debate, así como en desarrollar y mejorar las habilidades para presentar argumentos y contraargumentos, tanto en la expresión escrita como en la oral.
La metáfora: una herramienta crítica	Se analizan diversos textos literarios para comprender el funcionamiento y el empleo de la metáfora.
Análisis de problemas como parte del desarrollo profesional 1	Se propone el desarrollo de un método de investigación para el reconocimiento del contexto y las particularidades de una situación problemática, su análisis y la proposición de pautas de solución.
Análisis de problemas como parte del desarrollo profesional 2	Siguiendo el mismo método de investigación anterior, se desarrollan, además, principios propios del pensamiento crítico para la identificación de soluciones y su puesta en marcha.

Elaboración propia

Las competencias que se fortalecen a través de estos talleres son las siguientes:

Gráfico N° 1

Investigación	Comunicación
Trabajo en equipo	Ética y ciudadanía

Elaboración propia

Más información:

Contacto: Oficina de Apoyo Académico

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexo 3146

Correo electrónico: apoyoacademico@pucp.pe

Página web: <http://www.pucp.edu.pe/unidad/oficina-de-apoyo-academico/>

BIBLIOTECA:

El Sistema de Bibliotecas integra a todas las bibliotecas de la PUCP. Su misión es apoyar a la comunidad universitaria en el aprendizaje, la docencia y la investigación. Pone a disposición de la comunidad PUCP más de **500 mil recursos bibliográficos** entre libros, tesis, material audiovisual, mapas, periódicos, revistas, colecciones electrónicas, etc.

El investigador actual requiere tener competencias informacionales en función de sus necesidades específicas. Entre otras cosas, necesita lo siguiente:

- Elaborar estrategias de búsqueda adecuadas que le permitan recuperar contenidos académicos de manera eficiente y pertinente.
- Aplicar dichas estrategias en las fuentes adecuadas y ser capaz de evaluar, comparar y diferenciar los contenidos académicos de los profesionales y de los de divulgación.
- Organizar eficientemente la información recolectada, de manera que pueda ser consultada y citada adecuadamente en su investigación.

El Sistema de Bibliotecas de la PUCP cuenta con personal bibliotecario capacitado para apoyar el trabajo del docente, estudiante o egresado, en cualquier momento del proceso de investigación. Se asesora no solo en el uso de recursos suscritos por la PUCP, sino también en el desarrollo de las competencias mencionadas. Los profesionales del Sistema de Bibliotecas de la PUCP pueden atender solicitudes grupales o individuales para ayudar en casos específicos, tanto de manera presencial como virtual.

Así mismo, el Sistema de Bibliotecas brinda asesorías permanentes a sus usuarios: es posible acercarse a cualquier mostrador de las bibliotecas para recibir información sobre sus recursos y servicios.

De manera virtual, se pueden hacer consultas a través del correo biblio@pucp.edu.pe. Es posible, también, solicitar una capacitación personalizada a través del siguiente enlace: <http://biblioteca.pucp.edu.pe/formacion/solicitar-una-capacitacion/>

Existen recursos electrónicos, especializados por cada área temática, que buscan ayudar al investigador en su trabajo. Estos se tratan de bases de datos, libros y revistas electrónicas, plataformas de libros electrónicos y material incluido en el Repositorio PUCP:

- **Guías Temáticas:** recursos de información, impresos o accesibles en línea, organizados por especialidades cuyo objetivo es ser una herramienta útil para la investigación.

<http://guiastematicas.biblioteca.pucp.edu.pe/>

Más información:

Contacto: Sistema de Bibliotecas

Pontificia Universidad Católica del Perú

Teléfono: 626-2000 anexo 3448, 3418.

Correo electrónico: biblio@pucp.edu.pe

Página web: <http://biblioteca.pucp.edu.pe/>

CENTROS E INSTITUTOS:

La PUCP, en miras de apoyar y estimular la investigación interdisciplinaria, así como la colaboración de especialistas de diversas áreas del saber, ha creado diversos Centros e Institutos que tienen como finalidad desarrollar investigaciones en campos de conocimientos bastante diversos. En este sentido, se agrupan profesionales para trabajar actividades de investigación, enmarcadas preferentemente en asuntos y proyectos de interés nacional y/o regional, público y/o privado, que se extienden a los diversos aspectos de la realidad que abarcan la tecnología, las ciencias humanas y sociales, las ciencias naturales y exactas, y las tecnologías.

Para conocer, a mayor detalle, la lista completa de los diferentes Centros e Institutos, puede visitar el siguiente enlace: <http://investigacion.pucp.edu.pe/centros-e-institutos/>



**COMITÉ DE ÉTICA DE
LA INVESTIGACIÓN
(CEI)**

1. La importancia de la ética de la investigación y la integridad científica⁴

La ética de la investigación surgió a partir de la preocupación por la integridad y el bienestar de los sujetos, a fin de asegurar su protección frente a las eventuales malas prácticas. En ese sentido, hay dos tipos de investigaciones:

- a. **Investigaciones con seres humanos:** son aquellas en las que participan sujetos humanos vivos, las que hacen uso de materia humana o las que suponen el acceso a información de seres humanos con identidad rastreable y cuya privacidad está potencialmente involucrada (artículo 13° del Reglamento del Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos y Animales⁵).
- b. **Investigaciones con animales:** son aquellas en las que participan animales capaces de sentir dolor o placer (sensaciones subjetivas) y/o capaces de estados, tales como miedo, angustia o depresión (propiedades emocionales). El bienestar de estos animales merece consideración moral, por ello es obligatorio evitar o minimizar el malestar de los animales vivos que sean parte de la investigación (artículos 16° y 17° del Reglamento del Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos y Animales⁶).

Sin embargo, en la actualidad, la ética de la investigación no se limita a defender la integridad y el bienestar de los sujetos a fin de protegerles frente a eventuales malas prácticas –a pesar de que esto sea todavía un aspecto fundamental–, sino que pretende definir un marco completo de actuación, es decir, pretende constituir un elemento transversal de todo el proceso investigativo.⁷ Es así que en ese contexto aparecerán preocupaciones vinculadas al manejo de la información recogida en campo o tomada de fuentes escritas, bajo el rótulo de integridad científica.

⁴ Información proporcionada por el Comité de Ética de la Investigación (CEI) y su Secretaría Técnica.

⁵ Pontificia Universidad Católica del Perú (2011). *Reglamento del comité de ética para la investigación con seres humanos y animales*. Lima. Consulta: 21 de marzo del 2017.

⁶ ídem

⁷ Galán, Manuel (2010). “Ética de la investigación”. *Revista Iberoamericana de Educación*. Madrid, número 54/4, pp. 1-2. Consulta: 13 de abril del 2015.

Esta alude a la acción honesta y veraz en el uso y conservación de los datos que sirven de base a una investigación, así como en el análisis y comunicación de sus resultados. La integridad o rectitud deben regir no solo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. Asimismo, implica declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados (artículo 11° del Reglamento del Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos y Animales).

De lo anteriormente señalado, se infiere que el concepto original de ética de la investigación se ve complementado con el concepto de integridad científica, es así que este último viene a ser un principio más a ser implementado para el desarrollo de la ética en la investigación.

2. Los principios éticos de la investigación promovidos por el Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la PUCP

Los principios éticos propios de la investigación que son promovidos por el CEI son los siguientes:

- a. Respeto por las personas.
- b. Beneficencia y no maleficencia.
- c. Justicia.
- d. Integridad científica.
- e. Responsabilidad.

El respeto por las personas que participan en una investigación exige que se les dé la oportunidad de tomar decisiones sobre su participación, a partir de la información clara y precisa sobre los objetivos y demandas del estudio. En ese sentido, su participación solo será válida si previamente se les ha solicitado el consentimiento informado respectivo. De manera general, este procedimiento debe constar de tres elementos: información, comprensión y voluntariedad.⁸

Por ello, al momento de diseñar e implementar un consentimiento informado, habrá que tener en cuenta determinadas acciones,⁹ como las que se presentan a continuación:

⁸ Departamento de Salud, Educación y Bienestar de EE.UU. (1979). "Sobre el consentimiento informado". *Informe Belmont*. Washington D.C. Consulta: 21 de marzo del 2017.

<http://www.bioeticayderecho.ub.edu/archivos/norm/InformeBelmont.pdf>

⁹ La relación de acciones que aquí se incluye ha sido extraída de los materiales que suelen ser utilizados por la Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica (OETIC) para las capacitaciones.

- a. Comunicar los objetivos y alcances de la investigación.
- b. Explicar cuáles serán los instrumentos de recojo de información, el tiempo que demandará y cómo se registrará.
- c. Asegurar que la información no sea utilizada para otros fines y propósitos que no estén previstos.
- d. Respetar la participación voluntaria de los participantes.
- e. Respetar el derecho del participante de dar por finalizada su participación sin que ello le ocasione perjuicio alguno.
- f. Garantizar la confidencialidad y, de ser el caso, el anonimato.
- g. Resguardar el cuidado y uso de la información.
- h. Asegurar la devolución de resultados.
- i. Respetar las circunstancias especiales y las formas de vida particulares.

3. El Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la PUCP

El Comité de Ética de la Investigación (CEI) fue creado el 7 de octubre del 2009. Su mandato es "supervisar y certificar que las investigaciones que sean llevadas a cabo en la Universidad no representen daño alguno a la salud física y mental de los individuos que participen en ellas como objeto de estudio".¹⁰ Ello significa que puede aprobar, rechazar, sugerir modificaciones o detener una investigación que falte a las normas éticas nacionales o internacionales.

El Comité se encuentra conformado por 18 miembros: 15 docentes y 3 miembros externos. Los primeros representan a cada uno de los quince departamentos académicos de la PUCP y ejercen el cargo por dos años. Asimismo, mientras los miembros docentes son nombrados por el jefe de Departamento, los miembros externos son nombrados por el VRI.

El Comité revisa los proyectos de investigación y sus anexos (protocolos de consentimiento informado e instrumentos de recojo de información) con la finalidad de evaluar el respeto por los principios éticos de la investigación con seres humanos y animales. La evaluación realizada implica no solo la revisión del proyecto por parte de un miembro responsable sino, también, la deliberación del proyecto íntegro en sesiones semanales. En estas sesiones, el Comité emite un dictamen,¹¹ el cual puede ser:

- a. Aprobado: lo que supone que el proyecto -tal como está delineado en el protocolo- es aceptable y puede llevarse a cabo.
- b. Aprobado condicional: lo que significa que el Comité solicita modificaciones al protocolo del proyecto como condición para su aceptabilidad.

¹⁰ Pontificia Universidad Católica del Perú (2013). *Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos y Animales. Reglamento y manual de procedimientos*. Lima. Consulta: 22 de febrero del 2017. <http://textos.pucp.edu.pe/pdf/4332.pdf>

¹¹ Ídem.

- c. No aprobado: lo que significa que el protocolo no es aceptable, incluso con modificaciones importantes.

La evaluación de proyectos que viene realizando el Comité sistemáticamente ha permitido determinar dos problemas recurrentes en la implementación de la ética de la investigación en el diseño de los proyectos por parte de los investigadores. Estos problemas son los siguientes:

- a. Determinar correctamente cuándo una investigación incluye seres humanos y cuándo no.
- b. Omitir la implementación del proceso de consentimiento informado de los participantes o realizarlo de manera defectuosa.

Para desplegar sus acciones, el Comité cuenta con el apoyo de la Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica para la revisión y la evaluación de los proyectos de investigación, así como para la implementación de capacitaciones sobre ética de la investigación e integridad científica dirigidas a la comunidad PUCP.

Más información:

Contacto: Oficina de Ética de la Investigación e Integridad Científica
Pontificia Universidad Católica del Perú
Teléfono: 626-2000 anexo 2246
Correo electrónico: oetiic.secretariatecnica@pucp.edu.pe
Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>



PUCP