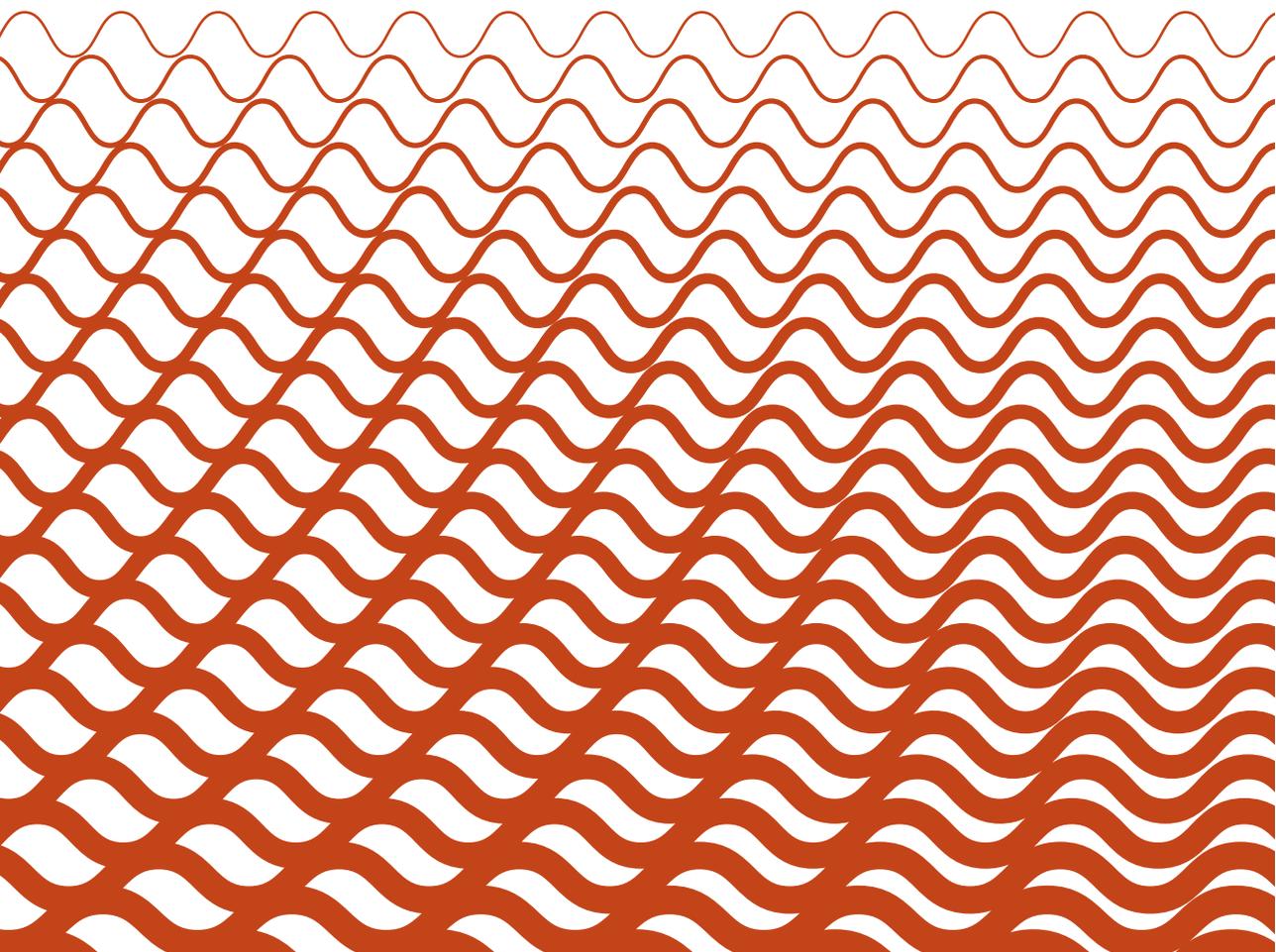


# GUÍA

## DE INVESTIGACIÓN

— EN CIENCIAS E INGENIERÍA —

*Estadística*



VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN



**PUCP**

La presente guía de investigación se inspira en el libro *“Cómo iniciarse en la investigación académica. Una guía práctica”*, de María de los Ángeles Fernández Flecha y Julio del Valle Ballón. En ese sentido, recoge la estrategia metodológica y la experiencia pedagógica que han alimentado dicha obra.

*Guía de investigación en Ciencias e Ingeniería, Estadística.*  
Arturo Calderón García, Cristian Bayes Rodríguez y Luis Valdivieso Serrano

© Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019.  
Vicerrectorado de Investigación - VRI.  
Dirección de Gestión de la Investigación - DGI.

Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32 - Perú.  
Teléfono: (511) 626-2000 anexo 2120.  
E-mail: [dgi@pucp.edu.pe](mailto:dgi@pucp.edu.pe)  
Dirección URL: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>

Diseño: Judit Anhelí Zanelli Drago.  
Diagramación: Judith León Morales.  
Diagramación pedagógica: Roxana Peralta Ruiz.  
Digitalización: Camila Bustamante Dejo.  
Corrección de estilo: Ursula Virginia León Castillo.

Primera edición digital: febrero de 2019.  
*Derechos reservados, prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso de los editores.*

ISBN: 978-612-47745-8-4

# GUÍA

## DE INVESTIGACIÓN

— EN CIENCIAS E INGENIERÍA —

***Estadística***

### **Autores**

Arturo Calderón García  
Cristian Bayes Rodríguez  
Luis Valdivieso Serrano

### **Asesores**

Julio del Valle Ballón  
María de los Ángeles Fernández Flecha

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

11

### CAPÍTULO 1. SENTIDO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 La estadística como herramienta y objeto de investigación	12
1.2 Difusión de resultados de la investigación en estadística	13
1.3 Errores usuales en la investigación en estadística	14

16

### CAPÍTULO 2. LA PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Decidiendo qué investigar	17
2.2 Planeamiento del estudio de investigación	18
2.2.1 Planteamiento del problema	19
2.2.2 Revisión de literatura	19
2.2.3 Selección o propuesta de una técnica o modelo estadístico	19
2.2.4 Obtención de los datos	20
2.2.5 Aplicación	20
2.3 Herramientas informáticas	21

23

### CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MONOGRAFÍA

3.1 Título	25
3.2 Resumen y palabras claves	25
3.3 Introducción	25
3.4 Capítulos o secciones	26
3.4.1 Conceptos preliminares	26
3.4.2 Presentación de la técnica o modelo	26
3.4.3 Aplicación o simulación	26
3.4.4 Conclusiones	26
3.4.5 Bibliografía o referencias	27

# 30

## CAPÍTULO 4. EJEMPLOS DE PLANES DE INVESTIGACIÓN EN ESTADÍSTICA

4.1 Ejemplo 1 de una tesis aplicada	31
4.2 Ejemplo 2 de una tesis aplicada	34
4.3 Ejemplo de una tesis teórica	37

# 42

## REFERENCIAS

# 45

## ANEXO

ANEXO 1. Plantilla guía de la estructura de una monografía en LaTeX	46
---	----

# 50

## SECCIÓN INFORMATIVA

# 68

## COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN (CEI)

## PRESENTACIÓN

La presente Guía de Investigación busca ser un material de apoyo para encaminar la investigación de un alumno del pregrado en Estadística. Dado su contenido, esta guía podría servir también de ayuda para estudiantes del posgrado o investigadores noveles en el área que buscan producir un documento de investigación, sea una tesis o un artículo científico.

Este texto ha sido organizado en cuatro capítulos. En el primero, se aborda el sentido de la investigación de nuestra especialidad, que es muy particular, pues la estadística no solo es una herramienta central en toda investigación cuantitativa, sino que también es objeto propio de investigación. En el capítulo dos, se desarrolla la planificación de una investigación en todas sus etapas, parte desde la elección del tema a investigar a cómo llevar a cabo la investigación en sus distintas etapas, como la revisión de la literatura, la obtención de los datos, la selección o planteamiento de las técnicas o modelos que servirán para analizar los datos, y la aplicación o estudio de simulación que muestre la utilidad y relevancia de la investigación.

En el tercer capítulo, se detalla de manera más concreta la estructura de la monografía, que debe resumir el trabajo de investigación. Incluso se propone un esquema, el cual se ilustra, en el anexo, a través de un código LaTeX con notas aclaratorias que guían la redacción de un trabajo de tesis de pregrado. Finalmente, el capítulo cuatro contiene tres ejemplos de proyectos de investigación, dos aplicados y uno teórico, junto con sus respectivas referencias bibliográficas. Estos ejemplos se incluyen tomando en cuenta que, por lo general, del texto del proyecto de investigación se deriva el primer capítulo de la monografía. Así, tienen como objetivo ilustrar los diferentes tópicos desarrollados en lo largo de este documento.

Esperamos que esta guía constituya para el lector una herramienta de gran utilidad en el desarrollo de su investigación en estadística.



**CAPÍTULO**

**1**

**SENTIDO DE LA  
INVESTIGACIÓN**

## 1.1 La estadística como herramienta y objeto de investigación

La estadística es la ciencia y el arte de dar sentido a los datos. Aunque es vista como ciencia pura cuando se trata de sus fundamentos formales y matemáticos, la estadística básicamente es una ciencia aplicada que crea, desarrolla y aplica técnicas y métodos para recolectar datos y mediciones, que luego transforma en información que permite, a partir de modelos probabilísticos y estadísticos, hacer inferencias que apoyan la explicación de algún fenómeno bajo estudio o la toma de decisiones. En este sentido, se nutre continuamente de problemas que aparecen en diversos procesos objeto de investigación de otras disciplinas, desde la biometría (una de las fuentes originales de la estadística) hasta lo que, actualmente, se está constituyendo en una nueva rama del conocimiento, como la joven "ciencia de datos", pasando por la agronomía, biología, economía, ciencias sociales, ciencias de la conducta, etc.

La Estadística es esencial en el proceso de investigación científica y, como ya se dijo antes, es transversal a una amplia variedad de disciplinas. Además, su quehacer puede apreciarse en muchos ámbitos de la vida diaria, y en la toma de decisiones de instituciones públicas y privadas.

Dada la naturaleza de esta ciencia, la investigación en estadística no solo contribuye al desarrollo de otras ciencias, sino también a desarrollos que son utilizados en ella misma y sus aplicaciones. En tal sentido, **por investigación en estadística se entenderá al proceso de extender el conocimiento en una de dos modalidades: una teórica, centrada en la misma estadística**, en donde el alumno, en el rol de investigador, desarrollará o ampliará alguna nueva técnica o modelo para el análisis de datos; **y la segunda modalidad, donde el estudiante ampliará el conocimiento en una determinada área utilizando la estadística como herramienta de investigación científica**. En ambas, el alumno-investigador deberá demostrar su competencia tanto en la investigación teórica como aplicada.

Para ilustrar la **primera modalidad**, consideremos el caso en que se tiene que explicar o predecir el valor de una variable respuesta acotada en  $[0,1]$  en función de un conjunto de variables independientes o explicativas. Por ejemplo, la proporción de deuda en tarjetas de crédito de un cliente, explicada por su edad, sexo, calificación

de riesgo, entre otras variables. En tal caso, los modelos estadísticos tradicionales no consideran el caso en que la variable respuesta sea acotada, y tome sus valores extremos 0 y 1 con probabilidad positiva. Una primera forma de responder a este problema sería modelar, en forma separada, los extremos y la media de la parte continua (Ramalho y Da Silva, 2009). Por otro lado, se podría modelar directamente la media del proceso (Bayes y Valdivieso, 2016). Ambas soluciones contemplan, sin embargo, el caso de que los datos son de corte transversal; es decir, tomados en un solo punto del tiempo. Una investigación teórica podría tener, entonces, como objetivo de investigación, extender esta metodología a datos de corte longitudinal; es decir, contemplar el caso en el que las observaciones de la variable respuesta y la de las independientes cambien en el tiempo. Ello, en efecto, fue realizado por Fernández (2017), que extiende el modelo de Bayes y Valdivieso (2016). Si bien en este caso la investigación fue motivada para resolver un problema práctico, como el descrito, es en esencia un ejemplo de investigación teórica, pues al resolver un problema aplicado se realizó una contribución teórica.

Como ilustración de la **segunda modalidad**, podemos considerar el problema de la estimación del monto de reserva que una compañía de seguros debería de prever para un año futuro, de manera que cumpla las regulaciones estándar del sector financiero y eviten problemas de insolvencia. Para esta estimación, existen métodos tradicionales que son determinísticos, como el *chain ladder*. Un problema con estos métodos es que no permiten controlar el error inherente a las estimaciones y, por tanto, no se puede determinar cuán confiables son. En el contexto anterior, un ejemplo de investigación aplicada sería utilizar algún procedimiento estadístico que además mida la confiabilidad de las estimaciones de las reservas. Ordóñez (2010), por ejemplo, planteó el uso de modelos lineales mixtos en las estimaciones del monto de reserva de una compañía de seguros que ofrece Seguros Obligatorios de Accidentes de Tránsito (SOAT). Esta es una investigación aplicada, pues resuelve un problema práctico utilizando un método ya conocido pero novedoso en el área de seguros.

## 1.2 Difusión de resultados de la investigación en estadística

La difusión de la investigación en estadística se hace, como en todas las ciencias, fundamentalmente, mediante artículos publicados en revistas especializadas, tanto en estadística teórica como aplicada. Algunas de estas publicaciones son exclusivas del área, pero también hay otras en las que la estadística es un componente metodológico central del proceso de investigación o hay otras en las que esta se ha integrado con otra especialidad y ha creado áreas tan diversas como la psicometría, econometría, quimiometría, bioestadística, etc.

También se difunde la investigación en eventos académicos como congresos, conferencias, coloquios, simposios y otros eventos similares, ya sean locales o internacionales, donde los trabajos, por lo general, pasan por la revisión de un

comité científico y, según el alcance del evento, se presentan en un libro de actas o *proceedings*, que de nuevo pasan por revisión. También es posible difundir los resultados, o parte de ellos, en las secciones de *posters*, que hay en los congresos o coloquios internacionales.

Asimismo, existen los repositorios electrónicos propios o aquellos en donde el investigador puede colocar una suerte de versión preliminar de su investigación, que puede haber sido enviada o no a alguna revista para su evaluación, pero que no requiere ser revisada por el repositorio. En este sentido, el repositorio arXiv (<https://arxiv.org/>) es uno de los más usados.

En el caso de las tesis de la PUCP, estas, una vez sustentadas, van al repositorio de tesis de la universidad: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/>

### 1.3 Errores usuales en la investigación en estadística

Hay varios errores que pueden cometer quienes recién se inician en la investigación, los cuales son comunes a muchas disciplinas. En trabajos de investigación, en especial de pregrado, la guía del asesor es muy importante y no hay que temer a recurrir a su mayor experiencia.

Un primer error, bastante común, es **no delimitar bien el tema de investigación**. Es natural empezar con un esbozo del mismo, el cual puede tener múltiples aristas, pero cuando se estudia más de cerca, vemos que algunas ya fueron trabajadas o que no son, para el investigador, su tema central. Entonces, es mejor hacer “una poda”. Si bien puede parecer que se “recorta” el tema, lo que realmente se logra es hacer factible la investigación.

Asociado al anterior está la **lentitud en el avance por una falsa (o excesiva) rigurosidad**. Esto ocurre porque, muchas veces, sobre todo en artículos, hay trabajos citados y es claro que uno debe revisarlos para aclarar dudas, pero también ocurre que cada cita lleva a otro documento donde hay más citas bibliográficas y así sucesivamente. Uno debe saber cuándo detener este proceso que puede tornarse infinito.

También existe **el error de no separar bien el conocimiento previo y ya consolidado**, ya sea del tema mismo como de la teoría estadística en general, **del reciente**, nuevo y más especializado. El primero no requiere mayor desarrollo en el texto del trabajo de investigación, a lo sumo una cita; el segundo, por lo general, requiere alguna explicación o breve desarrollo formal, que se adapte al caso que se está tratando en la investigación en sí.

Finalmente, cabe mencionar, en particular para investigaciones que forman parte de otra o son en sí mismas una tesis, que **el esfuerzo de avance debe ser sostenido**,

**mantenido en el tiempo, con horarios y plazos realistas que se deben respetar.** Postergar demasiado el avance, ya sea por exceso de actividades en competencia, por perfeccionismo paralizante o por desidia, a la larga, hace imposible la culminación del proyecto. Además, podría ocurrir que el tema investigado pierda actualidad o vigencia, o que sea resuelto por otro investigador.

➤ **Preguntas sobre el contenido del capítulo:**

Al finalizar el primer capítulo, te invitamos a responder las siguientes preguntas sobre el contenido del mismo:

- ¿Qué es la Estadística? ¿En qué consiste la investigación en Estadística?
- ¿En qué áreas del conocimiento crees que la Estadística es importante en la investigación?
- ¿Por qué crees que es necesario familiarizarte con temas de otras áreas de conocimiento donde se usa Estadística para investigar?
- ¿Cuáles son los errores en los que se suelen incurrir cuando se investiga? ¿En cuál de ellos crees que tú podrías incurrir? ¿Qué crees que deberías hacer si te percatas que incurres en él?
- ¿Qué temas de investigación en Estadística te despiertan mayor interés? ¿Por qué?

**CAPÍTULO**

**2**

**LA PLANIFICACIÓN  
DE LA  
INVESTIGACIÓN**

## 2.1 Decidiendo qué investigar

Todo investigador novel se enfrenta, en un primer momento, ante el dilema de decidir un tema de investigación. En el contexto anterior, es aconsejable **guiarse no solo por la inclinación o área de interés del investigador, sino también por la asesoría experta de un estadístico o de un profesional del área de aplicación del trabajo**, quienes probablemente tengan mayor conocimiento del estado del arte del tema de investigación. En el caso de un tema teórico, para nivel de pregrado, la investigación usualmente consistirá en la extensión de una técnica o modelo ya establecido con miras a resolver un problema donde la metodología usual tiene limitaciones. En el caso de un tema aplicado, este usualmente se enfocará en resolver un problema de mediana complejidad de otra disciplina mediante la aplicación eficiente de una o más técnicas o modelos estadísticos apropiados al problema específico, en donde se espera que se haga un uso innovador de las técnicas ya existentes y no simplemente una aplicación directa de técnicas elementales.

A lo largo del párrafo anterior, hemos utilizado frecuentemente los términos “técnicas” o “modelos estadísticos”. Si bien estos son muy amplios y variados, ellos, como los detalla Stigler (2017), se deberían fundamentar en lo que el autor denomina como los **siete pilares de la sabiduría estadística, que son el soporte sobre los cuales recaen las bases de la disciplina** y que, parafraseados para los fines de esta guía, vienen dados por los siguientes puntos:

1. La agregación o el valor que tiene la reducción dirigida o la comprensión de datos.
2. La medición de la información o el decreciente valor de un número de datos.
3. La verosimilitud o cómo poner una varita de medición probabilística a lo que hacemos.
4. La intercomparación o cómo usar la variación interna en los datos para ayudar en el punto anterior.
5. La regresión o cómo hacer preguntas desde distintas perspectivas puede conducir a respuestas reveladoramente diferentes.
6. El diseño o el papel esencial que juega la planeación de las observaciones.
7. El residuo o cómo todas las ideas dadas pueden usarse para explorar y comparar explicaciones rivales en la ciencia.

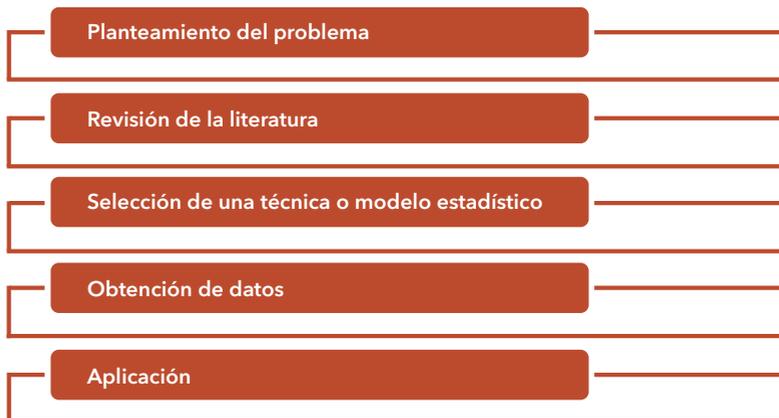
Si bien en los ejemplos de investigación teórica y aplicada dados en el capítulo anterior se mencionó, explícitamente, el uso de técnicas de regresión, muchas otras técnicas o modelos se utilizan según estos pilares. Para empezar, será importante saber cómo han sido obtenidos los datos, pues su diseño influirá directamente en la técnica a emplearse. Así, en nuestro primer ejemplo se tiene una muestra tipo panel; es decir, varias mediciones en el tiempo para un mismo cliente y sobre varios clientes. La cantidad de información dada a través del número de mediciones y tiempos de medición influenciará en la precisión de nuestros resultados. De otro lado, antes de plantear la función de verosimilitud del modelo de regresión –que sirve para la estimación de los parámetros de este y en el cual se debe de tomar en cuenta la inter-comparación para diferenciar la variabilidad entre clientes y dentro de los clientes– se requerirá posiblemente un estudio descriptivo que sintetice las principales características de nuestras variables de interés. Esto será también vital para resumir y quizá describir las trayectorias medias de utilización de tarjetas de clientes por parte de ciertos grupos o clases. Finalmente, si se desea comparar el modelo propuesto con otros planteados en la literatura, será importante medir cuánto se ajustan los datos observados a ellos o, desde otra perspectiva, qué tantos menores residuos muestran los datos con los modelos en cuestión.

Dado que el asesor juega un papel central en la decisión y delineamiento del tema de investigación, es importante también centrar la atención del tema a investigar en relación con la disponibilidad y la pericia de los investigadores disponibles, que, naturalmente, están ligadas a las líneas de investigación definidas por ellos. En el caso particular de la Especialidad de Estadística de la PUCP, las líneas actuales son las siguientes:

- Análisis de sobrevivencia
- Análisis multivariado
- Análisis de riesgos
- Inferencia bayesiana
- Modelos lineales y variables latentes

## 2.2 Planeamiento del estudio de investigación

Para orientar a los estudiantes en el planeamiento del estudio de investigación se seguirán los siguientes pasos:



### 2.2.1 Planteamiento del problema

En esta etapa **se debe presentar adecuadamente el problema a ser resuelto, que usualmente proviene de otra disciplina** (física, química, economía, medicina), **asimismo, se indicarán claramente los objetivos y se identificarán o propondrán soluciones estadísticas** a este. **El problema puede ser de naturaleza exploratoria o inferencial.** En el primer caso, se busca analizar la data a fin de describirla y, en algunos casos, llegar a plantear hipótesis que deberán ser corroboradas por medio de otros estudios. En el segundo caso, se buscará estimar características desconocidas de la población sobre la cual se dispone de una muestra probabilística. En muchos casos, esto se traduce en una prueba de hipótesis que debe estar basada en el marco teórico del estudio o planteada a través de otros estudios. Una excelente referencia para el desarrollo de este último tipo de trabajo de investigación es Kumar (2014).

Otra opción, frente a lo presentado arriba, es que **el alumno proponga un nuevo modelo, una nueva metodología estadística o una extensión de las ya conocidas.** En estos casos, el énfasis de la investigación se centrará más en la metodología o modelo a innovar y la data servirá como ilustración.

### 2.2.2 Revisión de literatura

Para el problema en cuestión, se deberá de revisar la literatura, que incluye una revisión de la que es considerada como básica en el área de aplicación, así como una revisión más profunda y actualizada de la literatura estadística pertinente, que se encuentra fundamentalmente en libros y artículos científicos.

### 2.2.3 Selección o propuesta de una técnica o modelo estadístico

En el caso de un tema aplicado, se presentarán las técnicas o modelos seleccionados para la resolución del problema de investigación planteado. En el caso de un tema

teórico, se propondrá una nueva técnica o modelo que permita resolver el problema planteado sin caer en las desventajas que tengan las técnicas ya existentes. En ambos casos, **el alumno deberá delimitar estas técnicas o modelos a un número razonable y pertinente**. En cualquiera de las situaciones, el alumno debe fundamentar estas técnicas o modelos, y, de ser posible, debe indicar cómo es que estas serán comparadas entre sí o con las técnicas ya existentes.

### 2.2.4 Obtención de los datos

**Los datos pueden provenir de una fuente primaria, secundaria o a través de simulaciones.** En el primer caso, la data es recolectada con el propósito de resolver el problema de investigación y, en ocasiones, requiere de un experimento controlado a través de un diseño experimental. Estos datos pueden ser tomados por el propio alumno o por una entidad relacionada con el estudio. En el segundo caso, los datos suelen ser tomados de otras fuentes que no se diseñaron, explícitamente, para el problema de investigación, pero que pueden ser útiles para el problema. Las simulaciones, por otro lado, son datos generados ad hoc para el problema y, usualmente, se recrean para estudios de tipo teórico, como ver la performance de la metodología de estimación planteada para resolver el problema de investigación y cómo ella se compara con otras metodologías competitivas.

Si bien, **para la mayoría de estudios, los datos provienen de muestras probabilísticas, en ocasiones estos pueden provenir de un diseño experimental**, cuyo propósito principal es determinar relaciones de causa-efecto al poder controlar (mantenerlos, en lo posible, constantes) otras fuentes de variabilidad que no son materia de investigación. En tal situación, el interés se centra no tanto en la cantidad de datos (que es de mucho interés en la inferencia clásica sobre muestras probabilísticas), sino en el buen control de las variables externas.

De otro lado, **si los datos provienen de una muestra no probabilística, no podrá realizarse estudio inferencial alguno**. En tal situación, los datos solo pueden ser analizados mediante técnicas descriptivas o exploratorias y cualquier reporte sobre ellos será únicamente válido para este conjunto, pero no sobre la población de la cual forman parte. Estos resultados, sin embargo, pueden ser utilizados para plantear hipótesis que serían, en el futuro, corroboradas o no por verdaderos estudios de tipo inferencial basados en muestras probabilísticas.

### 2.2.5 Aplicación

Según la naturaleza del tema de investigación, el alumno deberá **aplicar o evaluar el modelo planteado que lo lleve a la solución del problema de investigación**. En el caso de un tema aplicado, debe realizar, primero, un análisis exploratorio de los datos, que implica estudiar la calidad de la base de datos y hacer una estadística descriptiva de las variables de interés. El segundo paso consiste en la implementación de los modelos o técnicas necesarias para resolver el problema. Para ello, se puede

usar, adaptar o desarrollar alguna rutina, preferentemente con la ayuda de algún programa computacional. Finalmente, debe presentar de la manera más didáctica, y con el apoyo de tablas y gráficos, los resultados que comprueben las hipótesis o ventajas de la metodología utilizada. Si el tema es de carácter teórico, este deberá ser implementado mediante algún programa computacional, a fin de que las ventajas atribuidas a la técnica o modelo propuesto puedan ser verificadas en la investigación, ya sea por un estudio de simulación o por su aplicación a un conjunto de datos reales. Si bien en este capítulo presentaremos una guía de los pasos que el alumno debe seguir en una investigación, es importante comentar que **la planificación de la misma en estadística o matemáticas no siempre es lineal**; es decir, los pasos aquí comentados se retroalimentan unos a otros.

## 2.3 Herramientas informáticas

**La estadística es una ciencia íntimamente ligada a la informática**, pues el manejo de grandes volúmenes de datos sería casi imposible de realizar sin el apoyo de herramientas computacionales tanto a nivel de hardware como de software. Incluso se puede decir que el desarrollo actual de la estadística se ve cada vez más interpelado por la búsqueda de métodos automatizados para el análisis de datos complejos, colectivamente conocidos como *machine learning*. Si bien los últimos están fundamentalmente basados en el desarrollo de algoritmos predictivos, tal como lo señala Dunson (2018), la estadística tiene la ventaja de tomar en cuenta la interpretabilidad, cuantificación de la incertidumbre y el sesgo por selección en los resultados, sobre todo cuando la aplicación en curso cuenta con un conjunto limitado de datos de entrenamiento.

En relación con el **software**, comentaremos los programas relevantes en una investigación, que son un procesador de textos, que sirva para la redacción de la tesis; y un programa estadístico, que sirva para realizar los procedimientos y análisis estadísticos en la tesis.

Respecto al **procesador de textos**, el más utilizado a nivel mundial es LaTeX (Lamport, 1994) y es el que sugerimos para la redacción de la tesis. En el Anexo 1, se incluye un ejemplo de plantilla en LaTeX para la escritura de una tesis de pregrado, con su respectiva salida en formato de documento portátil (PDF) para la carátula.

En lo que se refiere a los **programas estadísticos**, podemos mencionar a los más utilizados, como R, Python, Winbugs, Stan, Matlab, Stata, SAS, SPSS, Statistica, Minitab, etc. De estos recomendamos el uso del **R**. Este no solo es un software de libre disponibilidad, sino, posiblemente, el más actualizado en lo que se refiere al desarrollo de nuevas técnicas estadísticas, las cuales tomarían bastante tiempo en ser implementadas en un software de tipo comercial, como SAS y SPSS. De otro lado, R tiene un lenguaje orientado a objetos, que dispone no solo de varios procedimientos

básicos ya implementados, sino también de librerías más especializadas que han sido y siguen siendo desarrolladas por distintos académicos. Finalmente, vale destacar que R puede interactuar fácilmente con otros programas, como C++, para efectos de programación; y con el mismo LaTeX, en el entorno de uno de sus editores, el RStudio, y el uso de RMarkdown. Esto último es útil si deseamos que nuestra investigación sea reproducible, tendencia mundial actual.

➤ **Preguntas sobre el contenido del capítulo:**

Al finalizar el segundo capítulo, te invitamos a responder las siguientes preguntas sobre el contenido del mismo:

- ¿Por qué se debe planificar una investigación?
- ¿Qué aspectos debes considerar para decidir sobre qué investigar en Estadística? ¿Qué problema es de tu mayor interés?
- ¿Por qué es importante un adecuado planteamiento de los objetivos?
- ¿Qué sucedería si el estado del arte no responde a los objetivos planteados?
- ¿Qué permite la selección de la propuesta de una técnica o modelo estadístico? ¿Qué sucedería si es mal elegido?
- ¿Te animarías a proponer un nuevo modelo? ¿Por qué consideras necesario este tipo de propuestas en la investigación Estadística?

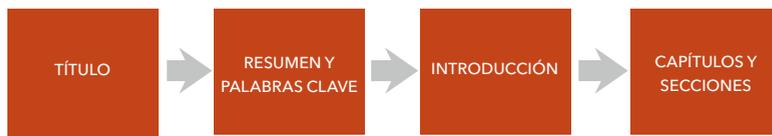
**CAPÍTULO**

**3**

**ESTRUCTURA  
Y REDACCIÓN  
DE LA MONOGRAFÍA**

Una vez planificada la investigación, la redacción de la monografía debería ser una tarea más directa y específica, pues debe seguir el plan de investigación trazado. Así el estudiante deberá desarrollar los componentes que componen el plan y retornar a este, muy eventualmente, si encontrara alguna inconsistencia en el tema elegido.

Si bien la estructura que detallaremos a continuación está pensada para una tesis de pregrado, también podría aplicarse a una de posgrado o un artículo científico.



La diferencia entre estas radica básicamente en el detalle y la profundidad de los temas abordados. Por lo general, en una tesis de pregrado o posgrado, el estudiante debe realizar un mayor desarrollo, detalle y justificación de los temas; mientras que en un artículo debe ser más directo y alcanzar, de la manera más breve posible, la frontera del conocimiento del tema que aborda para establecer su propuesta. Para ello, deberá resumir las ideas pertinentes y citar adecuadamente a quienes contribuyeron con los desarrollos que preceden o compiten con su propuesta. Los detalles específicos sobre cómo citar se encuentran en la sección 3.4.5 de esta misma guía. Además, a diferencia de una tesis de pregrado o posgrado -que consta de capítulos y secciones-, en un artículo esta división se da en secciones y subsecciones.

Es importante también comentar que, en el caso de artículos científicos, muchas revistas han elaborado guías para sus autores. Nosotros adoptaremos, con algunos cambios, la propuesta dada por la American Statistical Association (ASA), institución de gran reconocimiento internacional que publica, entre otras, a The American Statistician (TAS) y el Journal of the American Statistical Association (JASA), que se encuentra en <http://amstat.tjournals.com/asa-style-guide/>

Asimismo, se debe saber que, en una monografía, sobre todo si se trata de una tesis de pregrado o posgrado, es frecuente incluir gráficos y tablas. Para estos casos, el formato que recomendamos es el dado por ASA, así como la presentación de tablas

de Ehrenberg (1978). Por último, la edición y numeración de expresiones matemáticas deberán seguir, en lo posible, los lineamientos de ASA.

### 3.1 Título

El título **describe, de manera sucinta, el contenido de la investigación y debe incluir, en lo posible, su contribución**. No debe ser una oración sino, de preferencia, una frase nominal. En algunas situaciones, el título podría contener un subtítulo que ilustre de manera más específica la aplicación o contribución, y el título principal indicaría la técnica, modelo o método que engloba al subtítulo en cuestión. Asimismo, el título debe ser atractivo y, en lo posible, debe evidenciar los reales alcances de la investigación sin llegar a tecnicismos. La extensión del título debe ser corta, pero, al mismo tiempo, debe brindar la información suficiente para facilitar su búsqueda por parte de los investigadores.

### 3.2 Resumen y palabras claves

Ubicado en la primera página de la monografía, el resumen, *abstract* o sumilla es un **breve compendio del contenido** de la investigación. Este debe ser escrito en castellano y en inglés. Su propósito es mostrar, en no más de media página, la información resumida sobre el porqué de la investigación, el objetivo o hipótesis de la misma, la metodología utilizada, los principales resultados en ella y la conclusión principal que se deriva de todo el trabajo. En lo posible, no debe contener gráficos o tablas, notaciones matemáticas complejas o referencias bibliográficas.

Luego del resumen se ubican las palabras claves (*keywords*), que se constituyen por un conjunto de tres a cinco palabras, o frases no incluidas en el título, que busca condensar los temas de mayor importancia, así un investigador o buscador pueda ubicar fácilmente este trabajo según su interés. Determinar las palabras claves no es siempre una tarea sencilla, por lo que el tesista puede consultar la Current Index of Statistics (<https://www.statindex.org/pages/keyword-guidelines>), donde se encuentran algunas pautas que pueden ser útiles para definir estas palabras. Otra referencia más completa se puede encontrar en Gbur y Trumbo (1995).

### 3.3 Introducción

La introducción es, usualmente, la primera sección o capítulo de la monografía. En ella, se **desarrolla con mayor detalle la justificación o razón de la investigación** (pertinencia del tema). Así, el autor debe mostrar el estado del arte de la investigación; es decir, debe conducir al lector a la frontera de la evolución del problema o técnica a estudiar, mediante la mención de referencias bibliográficas y las contribuciones

parciales que se han realizado. Un segundo punto a incluir en la introducción es la presentación del objetivo general del trabajo en la medida que toda investigación debe tener uno que guíe todo el proceso. El logro de este implica el cumplimiento de una serie de resultados parciales, los llamados objetivos específicos, que, articulados, lo constituyen. En este punto, cabe señalar que el enunciado de los objetivos debería ser planteado en modo infinitivo, tal como se ilustra en el capítulo 4. Por último, también debe incluirse una relación sucinta y ordenada de las partes o capítulos que conformarán la investigación, así como una descripción breve del contenido de cada parte.

### 3.4 Capítulos o secciones

Incluida o no la introducción como capítulo o primera sección, los demás capítulos o secciones de la monografía **deben buscar responder al plan de investigación y a la estructura definida en la introducción**. Si bien la estructura de cada uno puede depender del tema de investigación particular, sugerimos, de manera general, la siguiente:

#### 3.4.1 Conceptos preliminares

Aquí se plantean los **conceptos base que son necesarios para una mejor comprensión de la propuesta del trabajo**. En el caso de una investigación en la que se plantean hipótesis, este capítulo contendrá el marco teórico del estudio que justifique el conjunto de hipótesis planteadas.

#### 3.4.2 Presentación de la técnica o modelo

Dependiendo de si el estudio es teórico o aplicado, aquí el estudiante planteará el **modelo o las técnicas estadísticas que utilizará para llegar a cumplir su objetivo**.

#### 3.4.3 Aplicación o simulación

En esta parte, se describe la **aplicación de interés y su respectivo análisis mediante las técnicas estadísticas descritas en el capítulo anterior**. Sin embargo, en estudios de tipo teórico, que involucran algún modelo o procedimiento estadístico nuevo, resulta mejor analizar cómo se ajusta este modelo a la realidad o cómo funciona el procedimiento planteado. Así se aconseja presentar estudios de simulación; es decir, recrear, de manera artificial, ciertos escenarios sobre los que se tiene control, que pueden darse en la realidad, para verificar si el modelo o procedimiento cumple con emularlos o recuperarlos. De esta forma, el nuevo modelo o procedimiento podría aplicarse a una base de datos real y compararse, de ser posible, con otros.

### 3.4.4 Conclusiones

En este acápite, **el estudiante debe indicar cómo los resultados de su investigación han respondido a las preguntas planteadas al inicio de su investigación y a los objetivos de la monografía.** Se busca que las respuestas sean concretas; en caso contrario, deben conducir a otras cuestiones que el alcance de la investigación no preveía y sobre las cuales otros investigadores pueden continuar el trabajo.

### 3.4.5 Bibliografía o referencias

Aquí se deben listar todas las referencias utilizadas a lo largo del trabajo. En ese sentido, sugerimos una breve guía de cómo citar referencias en la monografía de una tesis. Asimismo, si el trabajo es presentado como artículo a una revista, deberá respetar el formato propuesto por la misma.

Al citar un trabajo, se debe mencionar al autor o autores por su apellido seguido por el año de la publicación entre paréntesis:

Desde un punto de vista clásico, Ferrari y Cribari-Neto (2004) consideran la estimación de los parámetros del modelo por el método de máxima verosimilitud.

También se puede presentar, primero, las ideas mencionadas en un trabajo y luego atribuirles a su autor, mencionando su apellido seguido del año de la publicación entre paréntesis:

Por otro lado, las inferencias basadas en el análisis bayesiano no dependen de la teoría asintótica, lo cual torna este tipo de análisis muy útil cuando tenemos tamaños de muestra relativamente pequeños (Branscum, Johnson y Thurmond, 2007).

En los dos ejemplos anteriores, no se han incorporado citas textuales o exactas de lo escrito por los autores, sino que es un resumen elaborado por el autor de la monografía que está presentando las ideas de ciertos investigadores, y que está reconociendo su autoría. En caso de ser necesaria una cita textual, esta debe ir entre comillas:

“La distribución beta brinda un modelo paramétrico flexible que puede ser usado en el análisis de regresión que involucren datos de proporciones o ratios” (Branscum, Johnson y Thurmond, 2007).

Cabe anotar que la lista de referencias debe seguir el orden alfabético de los nombres de los autores y debe ceñirse al formato según el tipo de publicación:

- **Artículos:**

Nombre de los autores (año de publicación entre paréntesis). Título del artículo, Nombre de la revista en itálico, Número de la revista en negrita: páginas.

Ejemplo:

Ferrari, S.L.P. y Cribari-Neto, F. (2003). Beta regression for modelling rates and proportions, *Journal of Applied Statistics*, 31: 799-815.

- **Libros:**

Nombre de los autores (año de publicación entre paréntesis). Título del libro en itálico, Editorial, lugar de publicación.

Ejemplo:

Congdon, P. (2003). *Applied-Bayesian-Modelling*, John Wiley & Sons, Nueva York.

- **Artículos en libros o colecciones:**

Nombre de los autores (año de publicación entre paréntesis). Título del artículo, en Nombre de los editores, Nombre del libro o colección en itálico, Editorial, lugar de publicación, páginas.\_

Ejemplo:

Ma, Y., Genton, M. G. y Davidian, M. (2004). Linear mixed effect models with flexible generalized skew-elliptical random effects, en M. G. Genton (ed.), *Skew-Elliptical Distributions and Their Applications: A Journey Beyond Normality*, Chapman & Hall / CRC, Boca Raton, FL, pp. 339-358.

- **Tesis:**

Nombre del autor (año de publicación entre paréntesis). Título de la tesis en itálico, Tipo de tesis (Maestría o Doctorado), Institución.

Ejemplo:

Valdivieso, L. H. (2007). *Likelihood Inference in Processes of Ornstein-Uhlenbeck type*, Tesis de Doctorado, Katholieke Universiteit Leuven.

Los ejemplos mostrados son los casos más frecuentes, pero no los únicos.

Elementos adicionales, como el número de edición de un libro; número DOI de un artículo (identificador de objeto digital, por sus siglas en inglés); y el enlace URL, donde se encuentra un artículo o libro, pueden incorporarse de ser necesario.

Para otros tipos de documentos, se sugiere seguir las recomendaciones dadas por la Guía PUCP para el registro y citado de fuentes (<http://www.pucp.edu.pe/documento/guia-pucp-registro-citado-fuentes/>). Por último, debemos mencionar que en un trabajo de esta naturaleza no es usual citar documentos que no han pasado por revisión, como artículos subidos a la web, páginas web, Wikipedia, etc.

➤ **Preguntas sobre el contenido del capítulo:**

Al finalizar el tercer capítulo, te invitamos a responder las siguientes preguntas sobre el contenido del mismo:

- ¿Qué aspectos deben tomarse en cuenta en la redacción de una monografía? ¿A cuáles consideras que debes dedicarle un mayor tiempo? ¿Por qué?
- ¿Qué se espera al final de una investigación respecto a los resultados presentados?
- ¿Por qué se debe evitar sacar más conclusiones de las que puedan justificarse por medio del contenido?
- ¿Consideras necesario que las conclusiones a las que llega una investigación deberían dar lugar a otras investigaciones o servir para casos semejantes?

**CAPÍTULO**

# 4

**EJEMPLOS DE PLANES  
DE INVESTIGACIÓN EN  
ESTADÍSTICA**

En las líneas que siguen presentamos ejemplos, tanto aplicados como teóricos, basados en tesis reales, los cuales han sido editados y adaptados para la dimensión y fines del presente documento. El primero se basa en Sosa (2017), el siguiente en Tulich (2010) y el último en Fernández (2017).

## 4.1 Ejemplo 1 de una tesis aplicada

### **Título:**

Modelo Dina aplicado a la evaluación de matemática en estudiantes de segundo grado de secundaria

### **Resumen:**

Los modelos de diagnóstico cognitivo (MDC) buscan describir o diagnosticar el comportamiento de los evaluados a una prueba por medio de clases o perfiles latentes, así se obtiene información específica de sus fortalezas y debilidades. Uno de los modelos más populares de esta gran familia es el DINA, que tuvo su primera aparición en el campo educacional. Este considera solo respuestas observadas dicotómicas y asume que el evaluado debe dominar, necesariamente, todas las habilidades requeridas para cada ítem de la prueba. Asimismo, estima parámetros para los ítems y de probabilidad de sus pertenencias a las distintas clases latentes. En este trabajo se desarrollará, teóricamente, este modelo y su estimación desde el enfoque bayesiano. Se presentará también una aplicación enfocada a la educación, donde se analiza una muestra de 3,040 alumnos del segundo grado de secundaria, evaluados en una prueba de 48 ítems de la competencia matemática, realizada por la Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes (UMC) en el 2015. Los resultados muestran la utilidad de este modelo y la caracterización de las habilidades de los evaluados en comparación con la brindada por la teoría de respuesta al ítem (TRI), con la cual se compara.

### **Estado del arte:**

Los modelos de diagnóstico cognitivo (MDC) son modelos psicométricos que pueden ser usados para evaluar las fortalezas y debilidades de los estudiantes,

pues proveen información específica en forma de perfiles o clases que pueden permitir una efectiva medición del aprendizaje y progreso del estudiante, el diseño de una mejor instrucción, y, posiblemente, una intervención para hacer frente a las necesidades individuales y grupales (Huebner, 2010). Los diferentes modelos de esta familia son ampliamente revisados en los trabajos de DiBello et al. (2007) y Rupp y Templin (2008). Uno de los modelos que pertenecen a esta familia es el DINA, cuyo nombre proviene del acrónimo en inglés: *deterministic inputs, noisy "and" gate*. Para su aplicación, es necesario estimar los parámetros que componen este modelo, que ha sido desarrollado por De la Torre (2011) mediante el algoritmo EM. El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de la estimación de este modelo bajo un enfoque bayesiano, para ello, se orienta principalmente en el trabajo de Culpepper (2015), quien utiliza un algoritmo de Gibbs para su implementación.

### **Objetivos:**

El objetivo general de la tesis es estudiar los fundamentos y propiedades del modelo DINA, así como estimar y aplicar este modelo a un conjunto de datos reales desde el punto de vista de la estadística bayesiana. De manera específica, se tienen los siguientes objetivos:

- Estudiar los fundamentos y las propiedades del modelo DINA
- Estudiar el proceso de estimación de los parámetros en el modelo DINA con especial énfasis en el enfoque bayesiano
- Estudiar las rutinas en el software libre R para la estimación del modelo DINA y el muestreador de Gibbs
- Realizar un estudio de simulación a efectos de comparar la estimación bayesiana y clásica para el modelo DINA
- Aplicar el modelo a un conjunto de datos educacionales del país que evalúan la competencia matemática
- Analizar la correspondencia entre los perfiles encontrados por el modelo DINA y las agrupaciones por percentiles, realizadas a partir de la estimación con un modelo de la TRI, y analizar la relación entre las características de los ítems y los parámetros de estos en el modelo DINA

### **Organización del trabajo:**

En el capítulo 1, se presenta una breve motivación y exposición del estado del arte sobre el modelo DINA. Se plantean aquí los objetivos de la tesis y una estructura de los capítulos posteriores.

En el capítulo 2, se presenta una breve introducción sobre los modelos de respuesta al ítem y los modelos de diagnóstico cognitivo, luego se desarrolla la formulación teórica del modelo DINA hasta llegar a su función de verosimilitud.

En el capítulo 3, se muestra inicialmente la estimación clásica del modelo para luego hacer énfasis en la estimación bajo el enfoque bayesiano propuesto por Culpepper (2015), mediante el muestreador de Gibbs.

En el capítulo 4, se presentan los resultados de un estudio de simulación, donde se compara la recuperación de parámetros del modelo en estudio desde el enfoque clásico y bayesiano.

En el capítulo 5, se analizan los resultados de aplicar el modelo propuesto a una muestra de alumnos evaluados en la competencia matemática en la evaluación censal de estudiantes (ECE) en segundo de secundaria.

Finalmente, en el capítulo 6, se presenta algunas conclusiones y sugerencias para futuras investigaciones. Se incluye un anexo con los códigos en R implementados en este trabajo y las pruebas utilizadas en la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) 2015 del segundo grado de secundaria del Ministerio de Educación (Minedu).

### **Bibliografía:**

- Culpepper, S. (2015). Bayesian estimation of the dina model with Gibbs sampling, *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 40(5): 454-476.
- De La Torre, J. (2011). The generalized dina model framework, *Psychometrika*, 76(3): 510-510. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11336-011-9214-8>
- DiBello, L., Roussos, L. y Stout, W. (2007). Review of cognitively diagnostic assessment and a summary of psychometric models, en C. R. Rao y S. Sinharay (eds.), *Handbook of Statistics*, Vol. 26, primera edición, Elsevier B.V, Amsterdam, pp. 979-1030.
- Haertel, E. H. (1989). Using Restricted Latent Class Models to Map the Skill Structure of Achievement Items, *Journal of Educational Measurement*, 26(4): 301-321. URL: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-3984.1989.tb00336.x>
- Huebner, A. (2010). An overview of recent developments in cognitive diagnostic computer adaptive assessments, *Practical Assessments Research & Evaluation*, 15(3): 1-7.
- Minedu (2016). Reporte técnico de la evaluación censal de estudiantes (ECE 2015), Reporte técnico, Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes (UMC), Ministerio de Educación, Perú. URL: <http://umc.minedu.gob.pe/>
- Rupp, A. A. y Templin, J. L. (2008). Unique characteristics of diagnostic classification models: A comprehensive review of the current state-of-the-art, *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 6(4): 219-262.

## 4.2 Ejemplo 2 de una tesis aplicada

### Título:

Análisis de componentes principales robusto- Método ROBPCA

### Resumen:

El análisis clásico de componentes principales se basa en la descomposición de la matriz de varianza-covarianza empírica, lo que hace que sus componentes sean muy sensibles a observaciones atípicas. Para solucionar este problema, se han planteado, recientemente, dos enfoques. El primero se basa en la descomposición singular de una matriz de dispersión robusta y se limita a un conjunto de datos provenientes de un número no muy grande de variables en relación con el conjunto de observaciones; el segundo se basa en una técnica de *projection pursuit* y puede manejar una gran cantidad de variables. El algoritmo ROBPCA es una técnica robusta para el análisis de componentes principales, que combina ambos enfoques. Este algoritmo es rápido de calcular, capaz de detectar situaciones de ajuste exacto y sumamente útil para la detección de casos atípicos. El algoritmo ROBPCA fue propuesto por Hubert y Verboven (2002), y posteriormente desarrollado por Hubert y Engelen (2004) y Karlien Vanden (2005). En este trabajo mostraremos la metodología subyacente, un estudio de simulación para detectar casos contaminados, así como aplicaciones del mismo a datos reales con un número pequeño y grande de variables.

### Estado del arte:

El análisis robusto de componentes principales tiene como objetivo central obtener componentes que no se vean muy influenciados por datos atípicos. Para ello, las siguientes vertientes han desarrollado las metodologías que se detallan a continuación.

La primera obtiene componentes al reemplazar la matriz de varianza-covarianzas clásica por un estimador de covarianza robusto Croux (2000), Maronna (1976), Campbell (1980). Algunos de estos procedimientos utilizan M-estimadores de dispersión, pero presentan el inconveniente de no soportar muchos datos anómalos. Recientemente, se han utilizado también estimadores como el del mínimo determinante de covarianza Rousseeuw (1984), y los S-estimadores de Rocke (1996), Maronna y Yohai (1995). Los resultados obtenidos por estos métodos son más robustos, pero están limitados a dimensiones no muy grandes. Rousseeuw y K. Van Driessen (1999), por otro lado, propusieron un algoritmo rápido para detectar datos atípicos. Este consistía en calcular la distancia entre cada dato y el centro de un elipsoide de mínimo volumen. Para ello, utilizaron una distancia robusta análoga a la

de Mahalanobis bajo una distribución chi-cuadrado, luego aquellos puntos, más allá de determinado cuantil chi-cuadrado, se consideran datos atípicos.

Una segunda formulación utiliza técnicas de proyección *pursuit* (Jones y Sibson, 1987), que maximiza una medida de dispersión robusta para obtener las consecutivas direcciones en las que se deben proyectar los puntos Croux (2000) y Li y Chen (1985). El método ROBPCA, utilizado en este trabajo, combina las ventajas de ambos procedimientos. Este método, propuesto por M. Hubert, Rousseauw y Verboven (2002), puede aplicarse a conjuntos de datos de diferente dimensionalidad.

### **Objetivos:**

El objetivo general de la tesis es estudiar, desarrollar y aplicar el método de componentes principales robustos ROBPCA. De manera específica, se busca lo siguiente:

- Describir la metodología utilizada para el desarrollo del ROBPCA como método a investigar
- Comparar, mediante un estudio de simulación, este nuevo método con el de análisis de componentes clásico
- Aplicar el método a dos conjuntos de datos reales, según su dimensionalidad en el número de variables

### **Organización del trabajo:**

En el primer capítulo, presentaremos los conceptos previos necesarios para abordar el tema del análisis robusto de componentes. Así se incluirán temas como estadística robusta, análisis de componentes principales y algunos conceptos puntuales del álgebra lineal, como el de la descomposición en valores singulares.

En el segundo capítulo, trataremos el método ROBPCA, desde lo que es el método del mínimo determinante de covarianza, su versión rápida y su extensión por proyecciones a datos de alta dimensionalidad.

En el tercer capítulo, realizaremos un estudio de simulación con datos contaminados para mostrar cómo el método ROBPCA, a diferencia del clásico, nos brinda componentes más robustos y es capaz de detectar estos casos contaminados o atípicos.

En el cuarto capítulo, presentaremos dos aplicaciones reales del método ROBPCA. Analizaremos, primero, una base de datos nacional sobre el control de calidad del compuesto sulfato de cobre penhidratado en las conexiones de puestas a tierra. Con ello se busca ilustrar la aplicación del método con datos de baja dimensión. Como segunda aplicación, estudiaremos el análisis de vidrio arqueológico con un

sofisticado sistema de detección. Este ejemplo mostrará la aplicación del método con datos de alta dimensión.

En el capítulo final, mostraremos las conclusiones de este trabajo y algunas investigaciones conexas que recientemente se han venido desarrollando en esta área.

### **Bibliografía:**

- Campbell, N. A. (1980). Robust procedures in multivariate analysis: Robust covariance estimation, *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 29(3): 231-237.
- Croux, C., & Haesbroeck, G. (2000). Principal component analysis based on robust estimators of the covariance or correlation matrix: influence functions and efficiencies. *Biometrika*, 87(3): 603-618.
- Hubert, M., Rousseeuw, P. J., & Verboven, S. (2002). A fast method for robust principal components with applications to chemometrics. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 60(1-2): 101-111.
- Hubert, M., & Engelen, S. (2004). Robust PCA and classification in biosciences. *Bioinformatics*, 20(11): 1728-1736.
- Jones, M. C. y Sibson, R. (1987). What is projection pursuit?, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 150(1): 1-37.
- Karlien Vanden, B. (2005). *Robust methods for high-dimensional data, and theoretical study of depth-related estimators*, Tesis de doctorado, Katholieke Universiteit Leuven.
- Li, G., & Chen, Z. (1985). Projection-pursuit approach to robust dispersion matrices and principal components: primary theory and Monte Carlo. *Journal of the American Statistical Association*, 80(391): 759-766.
- Maronna, R. A. (1976). Robust M-estimators of multivariate location and scatter. *The annals of statistics*, 4(1): 51-67.
- Maronna, R. A. y Yohai, V. J. (1995). The behavior of the stahel-donoho robust multivariate estimator, *Journal of the American Statistical Association*, 90(429): 330- 341.
- Rocke, D. M. (1996). Robustness properties of s-estimators of multivariate location and shape in high dimension, *The Annals of Statistics*, 24(3): 1327-1345.
- Rousseeuw, P. J. (1984). Least Median of Squares Regression, *Journal of the American Statistical Association*, 79(388): 871- 880.
- Rousseeuw, P. J., & Driessen, K. V. (1999). A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator. *Technometrics*, 41(3): 212-223.

## 4.3 Ejemplo de una tesis teórica

### Título:

Modelo de regresión beta inflacionado a la media con efectos mixtos

### Resumen:

En este trabajo proponemos un nuevo modelo de regresión con efectos mixtos para variables acotadas fraccionarias. Este modelo nos permite incorporar covariables directamente al valor esperado, de manera que podemos cuantificar exactamente la influencia de estas covariables en la media de la variable de interés, en vez de hacerlo en la media condicional. La estimación se llevó a cabo desde una perspectiva bayesiana y, debido a la complejidad de la distribución *a posteriori*, usamos un algoritmo de Monte Carlo Hamiltoniano: el muestreador No-U-Turn, que se encuentra implementado en el software Stan. Así se realizó un estudio de simulación que compara, en términos de sesgo y error cuadrático medio, el modelo propuesto con otros tradicionales longitudinales para variables acotadas, de lo que se verifica que el nuestro muestra un mejor desempeño. Finalmente, lo aplicamos a datos reales sobre la utilización de las líneas de crédito en el sistema financiero peruano.

Palabras claves: proporciones, variables fraccionarias, distribución Beta Inflacionada, inferencia bayesiana, métodos MCMC, Monte Carlo Hamiltoniano, modelos mixtos, RStan.

### Estado del arte:

Los modelos de efectos mixtos son ampliamente utilizados para analizar información de múltiples mediciones en el tiempo sobre un mismo sujeto (datos longitudinales) o para analizar el efecto adicional de covariables en una variable de interés según el grupo (*cluster*). Estos modelos permiten realizar una inferencia a mayor detalle y que está más ajustada a la realidad. Por otro lado, varios estudios relacionados con el campo de la economía, las finanzas o la banca tienen como propósito identificar la influencia de covariables en una proporción  $p$  en  $(0,1)$ ; para ello, utilizan modelos basados en la distribución beta que permite modelar variables en el intervalo  $(0,1)$ . Sin embargo, muchas veces, la proporción  $p$  de interés puede tomar adicionalmente los valores 0 o 1, es decir,  $p$  en  $[0, 1]$ , para lo cual se encuentran las siguientes alternativas en la literatura:

- i) Modelos de dos partes: se modela la probabilidad de que la variable  $p$  tome el valor 0 o 1, o alguno en el intervalo  $(0,1)$ , mediante, por ejemplo, una distribución multinomial. Luego, condicional a que la variable  $p$  tome algún valor en el intervalo  $(0,1)$ , se modela la variable mediante una regresión beta o similar. En Ramalho y Da

Silva (2009), se proponen este tipo de modelos, y Wang y Luo (2016) lo extienden a modelos de efectos mixtos.

- ii) Modelos de regresión a la media: se modela directamente la media de la variable  $p$  con un único modelo que se ha vuelto a parametrizar convenientemente. Es así que Papke y Wooldridge (1996) proponen un modelo de este tipo. Específicamente, en Bayes y Valdivieso (2016), se plantea el modelo de regresión a la media con distribución beta inflacionada, el cual se busca estudiar en el presente proyecto de tesis.

Al incorporar efectos aleatorios en el modelo de regresión a la media con distribución beta inflacionada, propuesto en Bayes y Valdivieso (2016), se expanden las posibilidades de aplicación de este modelo a datos longitudinales o *cluster*. El modelo de regresión a la media con distribución beta inflacionada con efectos mixtos permitirá estudiar variables, como el porcentaje de utilización de líneas de crédito de la cartera de clientes de un banco, el porcentaje de casas que pagan sus impuestos prediales, el porcentaje de unidades vendidas de un nuevo producto lanzado por una empresa, entre otros.

La distribución beta inflacionada permite modelar variables limitadas al intervalo  $(0,1)$  (parte continua) y que también pueden asumir los valores 0 o 1 (parte discreta) con probabilidad positiva. La función de densidad de probabilidad de una variable  $Y$  con distribución beta inflacionada es dada por:

$$f_Y(y|\delta_0, \delta_1, \mu, \phi) = \begin{cases} \delta_0, & y = 0 \\ (1 - \delta_0 - \delta_1)b(y|\mu, \phi), & y \in (0,1) \\ \delta_1, & y = 1 \end{cases}$$

donde  $b(y|\mu, \phi)$  es la función de densidad de probabilidad de una distribución beta y se cumple que  $E(Y) = \delta_1 + (1 - \delta_0 - \delta_1)\mu$ . Es importante señalar que los modelos de dos partes, descritos anteriormente, estima  $\delta_0$  y  $\delta_1$  con un modelo y la media  $\mu$  con otro, por lo que se dificulta la interpretación de los efectos de las covariables en  $E(Y)$ .

En Bayes y Valdivieso (2016), se propone parametrizar de la siguiente forma, que facilita la interpretación de la media de la variable  $Y$ :

$$\gamma = \delta_1 + (1 - \delta_0 - \delta_1)\mu, \quad \alpha_0 = \frac{\delta_0}{1-\gamma} \text{ y } \alpha_1 = \frac{\delta_1}{\gamma}$$

Donde  $\gamma \in (0,1)$ ,  $\alpha_0 \in (0,1)$ ,  $\alpha_1 \in (0,1)$ , con lo cual  $E(Y) = \gamma$  y la función de densidad de probabilidad de la variable  $Y$  se reescribe de la siguiente manera:

$$f_Y(y|\alpha_0, \alpha_1, \gamma, \phi) = \begin{cases} \alpha_0(1-\gamma), & y = 0 \\ (1 - \alpha_0(1-\gamma) - \alpha_1\gamma)b(y | \frac{\gamma(1-\alpha_1)}{1 - \alpha_0(1-\gamma) - \alpha_1\gamma}, \phi), & y \in (0,1) \\ \delta_1, & y = 1 \end{cases}$$

Por lo tanto, si una variable  $Y$  tiene como función de densidad de probabilidad a  $f_Y(y|\alpha_0, \alpha_1, \gamma, \phi)$ , entonces se puede decir que sigue una distribución beta inflacionada y lo denotamos como  $Y \sim BetaInf(\alpha_0, \alpha_1, \gamma, \phi)$ . Cabe señalar que esta nueva forma de parametrizar permite modelar directamente la media  $E(Y) = \gamma$ .

Luego, para modelar un vector de respuestas  $Y_i = [Y_{i1}, \dots, Y_{in_i}]'$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , donde cada componente  $Y_{ij}$  toma valores del intervalo cerrado  $[0,1]$ , se puede utilizar el modelo de regresión de beta inflacionada a la media con efectos mixtos, que se plantea a continuación:

$$Y_{ij} \sim BetaInf(\alpha_{0ij}, \alpha_{1ij}, \gamma_{ij}, \phi)$$

$$g(\alpha_{0ij}) = \hat{x}_{ij}'\omega + \hat{z}_{ij}'\omega_i$$

$$g(\alpha_{1ij}) = \check{x}_{ij}'\delta + \check{z}_{ij}'d_i$$

$$g(\gamma_{ij}) = x_{ij}'\beta + z_{ij}'b_i$$

Donde  $g$  es una función de enlace que relaciona los parámetros de interés en el intervalo  $(0,1)$  en número reales explicados por las covariables de efectos fijos y aleatorios.

En el presente proyecto de tesis, se realizará la estimación del modelo propuesto desde el enfoque bayesiano mediante métodos de cadenas de Markov de Montecarlo.

**Objetivos:**

El objetivo general de la tesis es estimar y aplicar el modelo de regresión de beta inflacionada a la media con efectos mixtos a datos simulados y datos reales, desde el punto de vista de la estadística bayesiana, y comparar los resultados con modelos propuestos por otros autores. Específicamente se busca lo que se detalla a continuación:

- Investigar acerca de modelos de efectos mixtos propuestos para datos fraccionarios
- Estudiar las propiedades del modelo de regresión de beta inflacionada a la media con efectos mixtos

- Implementar el modelo de regresión de beta inflacionada a la media con efectos mixtos
- Realizar un estudio de simulación, aplicar el modelo propuesto y evaluar los resultados obtenidos
- Aplicar el modelo propuesto a datos reales y comparar resultados con otros modelos

### **Organización del trabajo:**

En el capítulo 1, se presenta una breve motivación y exposición del estado del arte sobre el modelo propuesto. Se plantean aquí los objetivos de esta tesis y una estructura de los capítulos posteriores.

En el capítulo 2, se describe la distribución beta inflacionada y se resalta la importancia de la parametrización propuesta que permite modelar, directamente, la media de la variable respuesta fraccionaria.

En el capítulo 3, se describe la estructura del modelo de regresión beta inflacionada a la media, se presenta la estimación del modelo bajo el enfoque bayesiano y se describen los criterios de información para la selección de modelos a ser utilizados.

En el capítulo 4, se presenta un estudio de simulación, donde se compara el modelo de regresión beta inflacionada a la media contra otros modelos propuestos en la literatura.

En el capítulo 5, se analizan los resultados de aplicar el modelo propuesto para estudiar el efecto de un conjunto de covariables en la proporción de utilización de una línea de crédito por clientes de una entidad bancaria.

Finalmente, en el capítulo 6, se presentan algunas conclusiones y sugerencias para investigaciones futuras. Se incluye, en el anexo, el código en Stan utilizado para el estudio de simulación y las aplicaciones.

### **Bibliografía:**

- Bayes, C. L. y Valdivieso, L. (2016). A beta inflated mean regression model for fractional response variables, *Journal of Applied Statistics*, 43: 1814-1830.
- Papke, L. E. y Wooldridge, J. M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(k) plan participation rates, *Journal of Applied Econometrics*, 11(6): 619-632.
- Ramalho, J. J. y Da Silva, J. V. (2009). A two-part fractional regression model for the financial leverage decisions of micro, small, medium and large firms, *Quantitative Finance*, 9(5): 621-636.
- Wang, J. y Luo, S. (2016). Augmented beta rectangular regression models: A bayesian perspective, *Biometrical Journal*, 58(1): 206-221.

➤ **Preguntas sobre el contenido del capítulo:**

Al finalizar el cuarto capítulo, te invitamos a responder las siguientes preguntas sobre el contenido del mismo:

- Menciona tres razones que expliquen por qué el título del ejemplo 1 está bien enunciado
- Extrae del resumen del ejemplo 2, cuatro palabras claves de la investigación realizada
- A partir de la lectura del ejemplo 3, evalúa si los objetivos planteados corresponden con el estado del arte presentado
- Luego de la lectura de los tres ejemplos, menciona qué observaciones le harías a la organización del trabajo
- Señala tres diferencias y tres semejanzas entre las tesis teóricas y aplicadas presentadas



## REFERENCIAS

Bayes, C. L. y Valdivieso, L. (2016). A beta inflated mean regression model for fractional response variables, *Journal of Applied Statistics*, 43(10): 1814-1830.

---

Branscum, A. J., Johnson, W. O. y Thurmond, M. C. (2007). Bayesian beta regression: applications to household expenditure data and genetic distance between foot-and-mouth disease viruses, *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 49(3): 287-301.

---

Dunson, D. B. (2018). Statistics in the big data era: Failures of the machine, *Statistics & Probability Letters*, 136: 4-9.

---

Ehrenberg, A.S.C. (1978). *Data Reduction: Analyzing and Interpreting Statistical Data* (rev. ed.), Wiley, Nueva York.

---

Fernandez, R. (2017). *A beta inflated mean regression model with mixed effects for fractional response variables*, Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.

---

Ferrari, S., & Cribari-Neto, F. (2004). Beta regression for modelling rates and proportions, *Journal of Applied Statistics*, 31(7): 799-815.

---

Gbur Jr, E. E., & Trumbo, B. E. (1995). Key words and phrases-The key to scholarly visibility and efficiency in an information explosion, *The American Statistician*, 49(1): 29-33.

---

Kumar, R. (2014). *Research Methodology: A Step-by-Step Guide for Beginners*, Sage Publications, Thousand Oaks, California.

---

Lamport, L. (1994). *LaTeX: a document preparation system: user's guide and reference manual*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

Ordóñez, E. (2010). *Estimación de intervalo de confianza para reservas no reportadas en compañía aseguradoras*, Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.

---

Ramalho, J., y Da Silva, J. V. (2009). A two-part fractional regression model for the financial leverage decisions of micro, small, medium and large firms, *Quantitative Finance*, 9(5): 621-636.

---

Sosa, Y. (2017). *Modelo Dina Aplicado a la Evaluación de Matemática en Estudiantes de Segundo Grado de Secundaria*, Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.

---

Stigler, S. M. (2017). *Los siete pilares de la sabiduría estadística*, Libros de Grano de Sal, México.

---

Tulich, J. M. N. (2010) *Análisis de componentes principales robusto-método ROBPCA*, Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.



## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Plantilla guía de la estructura de una monografía en LaTeX

Aquí se presenta una plantilla guía de la estructura de una monografía en LaTeX, que como comentamos es el procesador científico de textos más utilizado. El lector puede libremente eliminar o adicionar otros comandos, representados con % y que se comentan en términos de la función que desempeñan sobre la estructura de la monografía. Esta plantilla puede ser copiada y pegada en algún editor de LaTeX, y generará, luego de su compilación, un documento en formato de lectura estándar como el de documento portátil (PDF).

```

\documentclass[11pt,oneside,a4paper]{book}
\usepackage[spanish]{babel} % permite adecuar el texto al formato en español
\usepackage[latin1]{inputenc} % permite utilizar acentos
\usepackage[pdftex]{graphicx} % permite insertar figuras en varios formatos
\usepackage{color} % permite cambiar color del texto y del fondo
\usepackage{amsmath} % permite introducir símbolos matemáticos adicionales
\usepackage{amssymb} % permite incluir símbolos matemáticos adicionales
\usepackage{amsmath} % permite añadir símbolos matemáticos adicionales
\usepackage{bm} % permite poner en negrita símbolos matemáticos
\usepackage{setspace} % permite un espaciado flexible
\usepackage[small,compact]{titlesec} % encabezamiento de títulos
\usepackage[indentfirst] % indentación del primer párrafo
\usepackage[round]{natbib} % librería para la bibliografía
\usepackage[subfigure] % permite combinar varias figuras en una sola
\usepackage[nottoc]{tocbibind} % permite que la bibliografía aparezca en el índice
\usepackage[colorlinks=true,urlcolor=blue,citecolor=black,linkcolor=blue]{hyperref}
% permite poner enlaces de hipertexto (ejemplo: enlaces a una página web)
\usepackage[a4paper,top=2.54cm,bottom=2.54cm,left=3cm, right=2.54cm]
{geometry} % permite controlar los márgenes del documento
\usepackage{enumerate} % permite poner listas enumeradas
\graphicspath{./figuras/} % carpeta donde se encontrarán las figuras
\makeindex % permite crear el índice
\raggedbottom % permite no tener espacios extras en el texto
\listfiles % genera una lista de los archivos utilizados durante la compilación
\newcommand{\captionfonts}{\small} % permite tener un tamaño de fuente menor
para figuras y cuadros

% opciones para mejorar la presentación de las figuras en el texto
\renewcommand{\topfraction}{0.85}
\renewcommand{\textfraction}{0.1}
\renewcommand{\floatpagefraction}{0.75}

```

```

% CONTENIDO INICIAL DEL DOCUMENTO DE TESIS
\begin{document}
\frontmatter \onehalfspacing % tipo de interlineado de espacio y medio
% Carátula
\thispagestyle{empty}
\begin{center}
\vspace*{1cm}
\textbf{\Large{PONTIFICIA UNIVERSIDAD CAT\OLICA DEL PERU}}\
\vspace{1.2cm}
\textbf{\Large{FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA}}\
\vspace{0.5cm}
\begin{center}
\includegraphics[scale=.25]{logoPUCP} % se inserta aquí el logo PUCP
\end{center}
\vspace{0.5cm}
\textbf{\Large{Título: \subtítulo }}\
\vspace{1.2cm}
\textbf{\large{TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIADO EN \
ESTAD\ISTICA}}\
\vspace{1.2cm}
\textbf{\large{Presentado por:}}\
\vspace{0.3cm}
\textbf{\large{Nombre del alumno}}\
\vspace{1.2cm}
\textbf{\large{Asesor: Nombre del asesor}}\
\vspace{1.2cm}
\textbf{\large{
    Miembros del jurado:\
    Nombre completo jurado 1 \
    Nombre completo jurado 2 \
    Nombre completo jurado 3
}}
\vspace{1.2cm}
\normalsize{Lima, Mes, Año}
\end{center}
\chapter*{Dedicatoria} % Dedicatoria
Esta tesis está dedicada a
\chapter*{Agradecimientos} % Agradecimientos
\chapter*{Resumen} % Resumen de la tesis
\noindent \textbf{Palabras-clave:} Palabra 1, palabra 2, ...
\tableofcontents % imprime el índice
\chapter{Lista de abreviaturas} % Listas: abreviaturas, símbolos, figuras y cuadros
\mainmatter
\onehalfspacing % interlineado espacio y medio

```

```

% CAPÍTULOS DE LA TESIS
%\input cap-Introducción % inserta el archivo: 'cap-Introduccion1.tex'
%\input cap-Modelo % inserta el archivo: 'cap-Modelo.tex'
%\input cap-Estimación % inserta el archivo: 'cap-Estimación.tex'
%\input cap-Simulación % inserta el archivo: 'cap-Simulación.tex'
%\input cap-Aplicación % inserta el archivo: 'cap-Aplicación.tex'
%\input cap-Conclusiones % inserta el archivo: 'cap-Conclusiones.tex'

% APÉNDICES Y BIBLIOGRAFÍA
%\appendix % Inclusión de archivos de apéndice
%\include{Ape} inserta el archivo de apéndice: 'Ape.tex'
\backmatter \singlespacing % espacio simple
\renewcommand{\harvardand}{y} % cambiar "and" por "y" al generar la bibliografía
\bibliography{bibliografia} % inserta un archivo externo "bibliografia.bib", que
contiene la bibliografía
\bibliographystyle{dcu}
\end{document}

```

Es importante destacar, en la plantilla mostrada, los comandos `\input` de LaTeX:

```

%\input cap-Modelo % inserta el archivo: 'cap-Modelo.tex'

```

Estos, al eliminar el símbolo %, incluyen textos que se encuentran en otros archivos independientes (en el ejemplo: `cap-Modelos.tex`) que deben encontrarse en el mismo directorio en el cual se compilará la plantilla y no requieren formato especial. Así, si se quiere iniciar un nuevo capítulo llamado Modelo, el texto correspondiente deberá empezar con el comando `\chapter{Modelo}`.

Una vez que se compile esta plantilla, la salida en formato PDF debería mostrar la siguiente carátula:

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENEIRÍA



**Título:**  
**subtítulo**

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIADO EN  
ESTADÍSTICA**

**Presentado por:**  
**Nombre del alumno**

**Asesor: Nombre del asesor**

**Miembros del jurado:**  
**Nombre completo jurado 1**  
**Nombre completo jurado 2**  
**Nombre completo jurado 3**

**Lima, Mes Año**



**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](mailto: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](mailto: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](mailto: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:**<sup>1</sup> 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.<sup>2</sup>
- **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.<sup>3</sup>
- **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 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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:dars@pucp.pe)  
Página web: [www.dars.pucp.edu.pe/](http://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](mailto: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](mailto:rpu@pucp.pe)

Página web: [www.rpu.edu.pe](http://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](mailto: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**

<b>Lyrics: representando realidades a través de letras de canciones</b>	Se analiza el contenido y la propuesta estética de letras de canciones que se consideran como productos culturales vinculados a fenómenos, ideas y procesos.
<b>Cine como espacio de argumentación</b>	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.
<b>Debate: el poder persuasivo de la palabra</b>	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.
<b>La metáfora: una herramienta crítica</b>	Se analizan diversos textos literarios para comprender el funcionamiento y el empleo de la metáfora.
<b>Análisis de problemas como parte del desarrollo profesional 1</b>	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.
<b>Análisis de problemas como parte del desarrollo profesional 2</b>	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](mailto: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](mailto: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](mailto: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 científica<sup>4</sup>

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 Animales<sup>5</sup>).
- 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 Animales<sup>6</sup>).

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.<sup>7</sup> 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.

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

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> ídem

<sup>7</sup> 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.<sup>8</sup>

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

<sup>8</sup> 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>

<sup>9</sup> 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".<sup>10</sup> 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,<sup>11</sup> 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.

<sup>10</sup> 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>

<sup>11</sup> 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](mailto:oetiic.secretariatecnica@pucp.edu.pe)  
Página web: <http://investigacion.pucp.edu.pe/>



**PUCP**