

Cecilia Ríos Varillas

Estadística y diseño de experimentos



Universidad Nacional de Ingeniería
Editorial Universitaria

Rector **Dr. Ing. Aurelio Padilla Ríos**
Primer Vicerrector **Geol. José S. Martínez Talledo**
Segundo Vicerrector **Msc. Ing. Walter Zaldívar Álvarez**

Primera edición, setiembre de 2012

Estadística y diseño de experimentos

Impreso en el Perú / Printed in Peru

© Cecilia Ríos Varillas
Derechos reservados

© Derechos de edición

Universidad Nacional de Ingeniería
Editorial Universitaria



Av. Túpac Amaru 210, Rímac – Lima
Pabellón Central / Sótano
Telfs. 4814196 / 4811070 anexo 215
Correo-e: eduni@uni.edu.pe
Jefe EDUNI: Prof. Álvaro Montaña Freire
Coordinador Editorial: Nilton Zelada Minaya

Impreso en la Imprenta de la Editorial Universitaria de la
Universidad Nacional de Ingeniería

ISBN

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
Nº 2011-13203

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio,
total o parcialmente, sin permiso expreso del autor.

Palabras liminares

Me complace felicitar a los docentes de nuestra Universidad ganadores del II Concurso para la Publicación de Libros de Texto convocado por el Rectorado y realizado en cada una de las Facultades. Una de las políticas medulares del Rectorado es la permanente mejora en la calidad académica, y en ese sentido nos interesa que cada docente tenga la oportunidad de convertir su labor cotidiana de enseñanza en textos para uso de los estudiantes universitarios de todo el país.

Los autores han hecho un meritorio esfuerzo para organizar los temas de sus exposiciones, realizando investigaciones y consultando fuentes peruanas y extranjeras, así como recogiendo el fruto del diálogo con sus colegas y los propios estudiantes. Asimismo, se han esmerado en presentar sus cursos de manera que facilita el acceso por parte de los interesados.

La publicación de textos académicos es una de las obligaciones de toda universidad y uno de los índices que se toma en cuenta para la evaluación de la calidad académica. Por ende, seguiremos apoyando la publicación de libros y revistas a través de nuestra Editorial Universitaria, cuya meta es formar parte del liderazgo peruano en la industria editorial dedicada a ingeniería, ciencia y arquitectura.

Es responsabilidad de la Universidad Nacional de Ingeniería aportar al Perú un liderazgo de base tecnológica que trabaje en estrecha asociación con las autoridades gubernamentales, los dirigentes empresariales y la sociedad civil en su conjunto, lo cual requiere de una política editorial y de publicaciones que estamos impulsando.

Dr. Ing. Aurelio Padilla Ríos
Rector

Agradecimientos

Quisiera comenzar agradeciendo a mi esposo Luis y a mis hijas Ana Cecilia, Claudia y Vanessa, por su apoyo incondicional para hacer este libro una realidad.

A mi madre Anita, hermanos y a la memoria de mi padre Ladislao Ríos, quien me dejó, el mejor de los legados: la docencia.

Un agradecimiento muy especial al Mg. Jorge Chue Gallardo, mi primer profesor de Estadística, quien forjó en mí la vocación a esta carrera maravillosa y además por su aporte incondicional en la presentación de este texto.

A la señorita Claudia Oscanoa Ríos, Bachiller en Ingeniería Estadística, por su colaboración en la edición y la revisión final del libro.

A todos mis alumnos, por sus deseos de superación que motivan e inspiran mi labor docente.

Índice

Presentación.....	XIII
Introducción.....	XV
Capítulo 1	
Conceptos básicos en estadística.....	1
1.1. Definición y división de la estadística	1
1.1.1. Estadística	1
1.1.2. División de la Estadística.....	1
1.2. Conceptos fundamentales en estadística.....	2
1.2.1. Población	2
1.2.2. Muestra.....	2
1.2.3. Parámetro	3
1.2.4. Estadígrafo	3
1.2.5. Dato	3
1.2.6. Unidad Elemental	3
1.3. Variable	3
1.3.1. Variable Cualitativa	3
1.3.2. Variable Cuantitativa	4
1.4. Ejercicios desarrollados.....	5
1.5. Ejercicios propuestos	7
Capítulo 2	
Estadística descriptiva.....	9
2.1 Organización y presentación de los datos.....	9
2.2 Tabla de frecuencias cuando la variable es cualitativa	9
2.3 Tabla de frecuencias cuando la variable es cuantitativa.....	11
2.3.1 Tabla de Frecuencias cuando la variable es cuantitativa discreta	12

2.3.2	Tabla de Frecuencias cuando la variable es cuantitativa continua	13
2.4	Medidas descriptivas	17
2.4.1	Medidas de Tendencia Central.....	17
2.4.2	Medidas de Dispersión.....	26
2.5	Aplicación usando el paquete estadístico minitab	31
2.6	Ejercicios desarrollados.....	37
2.7	Ejercicios propuestos	48
Capítulo 3		
	Probabilidades	51
3.1	Definiciones básicas	51
3.1.1	Experimento.....	51
3.1.2	Espacio muestral Ω	52
3.1.3	Evento o suceso	52
3.2	Técnicas de conteo.....	54
3.2.1	Principio de adición	54
3.2.2	Principio de multiplicación	55
3.2.3	Permutación	55
3.2.4	Permutación Circular.....	56
3.2.5	Combinación.....	57
3.2.6	Ejercicios de Conteo.....	57
3.3	Probabilidad.....	59
3.3.1	Enfoque Clásico (Probabilidad de un Evento).....	59
3.3.2	Enfoque Empírico	60
3.4	Axiomas de probabilidad.....	60
3.5	Propiedades de probabilidad	60
3.6	Probabilidad condicional	62
3.6.1	Definición de probabilidad condicional	62
3.6.2	Propiedades de probabilidad condicional.....	63
3.6.3	Tipos de muestreo.....	65
3.6.4	Teorema de multiplicación de probabilidades (probabilidad conjunta)....	66
3.7	Eventos independientes	67
3.8	Partición del espacio muestral	68
3.9	Ecuación de la probabilidad total.....	69
3.10	Teorema de Bayes.....	71
3.11	Ejercicios desarrollados.....	72
3.12	Ejercicios propuestos	83

Capítulo 4	
Variable aleatoria	89
4.1 Definición	89
4.2 Variable aleatoria discreta.....	90
4.2.1 Función de probabilidad (Distribución de probabilidades) de la variable aleatoria discreta	90
4.2.2 Función de distribución (acumulada) de la variable aleatoria discreta	91
4.3 Variable aleatoria continua	93
4.3.1 Función de probabilidad de la variable aleatoria continua	93
4.3.2 Función de distribución (acumulada) de la variable aleatoria continua ..	94
4.4 Valor esperado y varianza de la variable aleatoria	96
4.4.1 Valor esperado de la variable aleatoria.....	96
4.4.2 Varianza de la variable aleatoria.....	98
4.5 Ejercicios desarrollados.....	100
4.6 Ejercicios propuestos	109
Capítulo 5	
Distribución de probabilidades	113
5.1 Distribuciones discretas notables	113
5.1.1 Distribución Binomial	113
5.1.2 Distribución de Poisson.....	116
5.1.3 Distribución Hipergeométrica	119
5.2 Distribuciones continuas notables.....	120
5.2.1 Distribución Uniforme	120
5.2.2 Distribución exponencial	121
5.2.3 Distribución Normal o Gaussiana	123
5.2.4 Distribuciones relacionadas con la normal, distribuciones para muestras pequeñas	129
5.3 Ejercicios desarrollados.....	133
5.4 Ejercicios propuestos	140
Capítulo 6	
Muestreo aleatorio y distribuciones en el muestreo	143
6.1 Definiciones básicas.....	143
6.1.1 Distribución muestral.....	143
6.1.2 Muestra aleatoria.....	143
6.1.3 Error en el muestreo	144
6.2 Distribución de la media muestral	144

6.2.1 Teorema 1. La media y la varianza de las medias muestrales.....	144
6.2.2 Teorema 2. Distribución de la media muestral cuando la población es normal.....	145
6.2.3 Teorema 3. Teorema del límite central.....	145
6.3 Distribuciones muestrales de los estimadores.....	146
6.3.1 Distribución de la media muestral cuando la varianza poblacional σ_x^2 es conocida.....	146
6.3.2 Distribución de la media muestral cuando la varianza poblacional σ_x^2 no es conocida.....	147
6.3.3 Distribución de la varianza muestral S^2	148
6.3.4 Distribución de la diferencia de medias muestrales si σ_1^2 y σ_2^2 son conocidas.....	149
6.3.5 Distribución de la diferencia de medias muestrales si σ_1^2 y σ_2^2 no son conocidas.....	149
6.4 Ejercicios desarrollados.....	150
6.5 Ejercicios propuestos.....	156
Capítulo 7	
Inferencia estadística.....	159
7.1 Definición de la estadística inferencial.....	159
7.2 Objetivos de la inferencia estadística.....	160
7.3 Estimación de parámetros.....	160
7.3.1 Estimación puntual.....	161
7.3.2 Estimación por intervalos (Límites de Confianza).....	162
7.4 Prueba o contraste de hipótesis.....	170
7.4.1 Tipos de errores.....	171
7.4.2 Tipos de prueba.....	171
7.4.3 Pasos necesarios para realizar una prueba de hipótesis a un parámetro....	172
7.4.4 Prueba de hipótesis para los parámetros.....	173
7.5 Ejercicios desarrollados.....	179
7.6 Ejercicios propuestos.....	192
Capítulo 8	
Diseños experimentales.....	195
8.1 Definición e importancia del diseño experimental.....	195
8.2 Pasos a seguir en el diseño de experimentos.....	196
8.3 Definiciones básicas.....	196
8.4 Principios básicos del diseño experimental.....	198
8.5 Análisis de varianza (anva).....	199

Estadística y diseño de experimentos

8.6 Modelo matemático	200
8.7 Tipos de modelos estadísticos.....	200
8.8 Diseños básicos.....	201
8.9 Diseño completamente aleatorio o al azar (DCA).....	201
8.9.1 Características del diseño completamente al azar	202
8.9.2 Modelo aditivo lineal en el diseño completamente aleatorio.....	202
8.9.3 Representación simbólica de los datos en el diseño completamente aleatorio	202
8.9.5 Prueba de Homogeneidad de varianzas.....	207
8.10 Diseño bloque completamente al azar (DBCA).....	209
8.10.1 Características del diseño bloque completamente al azar	210
8.10.2 Modelo aditivo lineal en el diseño bloque completamente aleatorio.....	210
8.10.3 Representación simbólica de los datos en el diseño bloque completamente aleatorio	211
8.10.4 Análisis de varianza en el diseño bloque completamente aleatorio.....	211
8.11 Diseño cuadrado latino (DCL)	215
8.11.1 Características del diseño cuadrado latino.....	215
8.11.2 Modelo aditivo lineal en el diseño cuadrado latino.....	216
8.11.3 Análisis de varianza en el diseño cuadrado latino.....	216
8.12 Diseños estadísticos usando Minitab	220
8.13 Ejercicios desarrollados.....	226
8.14 Ejercicios propuestos	241
Glosario	247
Bibliografía	249
Anexos	251
Anexo 1. Tabla función de distribución acumulativa distribución t-student $F(t)=P(T\leq t)$	251
Anexo 2. Tabla de la función de distribución acumulativa normal estándar $P(Z\leq z)=F(z)$	253
Anexo 3. Tabla de la función de distribución acumulativa distribución ji-cuadrado	255
Anexo 4. Tabla de valores de la distribución F para una probabilidad acumulada de 0,99	258
Anexo 5. Tabla de valores de la distribución F para una probabilidad acumulada de 0,95	261

Índice de Figuras

Figura 2.1. Diagrama de Barras.....	10
Figura 2.2. Diagrama por sectores circulares.....	11
Figura 2.3. Histograma de Frecuencias.....	16
Figura 3.1. Partición del espacio muestral.....	68
Figura 3.2. Probabilidad Total.....	69
Figura 3.3. Diagrama de Árbol.....	70
Figura 4.1. Dominio y rango de la variable aleatoria.....	89
Figura 4.2. Función de Densidad f.....	93
Figura 5.1. Distribución Binomial.....	114
Figura 5.2. Distribución Uniforme.....	121
Figura 5.3. Distribución Exponencial.....	122
Figura 5.4. Gráfica de la función de probabilidad de Distribución Normal	124
Figura 5.5. Gráficos de la normal, con probabilidades notables.....	125
Figura 5.6. Distribución Normal Estándar.....	126
Figura 5.7. Distribución Chi-Cuadrado.....	131
Figura 5.8. Distribución T.....	132
Figura 5.9. Distribución F.....	133
Figura 7.1. Intervalo de confianza.....	163
Figura 7.2. Regiones críticas de una media μ_x con varianza conocida.....	174
Figura 7.3. Regiones críticas de una media μ_x con varianza desconocida.....	175
Figura 7.4. Prueba de Hipótesis para la varianza poblacional σ_x	178
Figura 7.5. Regiones críticas en la prueba de homogeneidad de varianzas.....	179
Figura 8.1. Regiones críticas en el diseño completamente aleatorio.....	205
Figura 8.2. Regiones críticas en el diseño bloque completamente aleatorio	212

Índice de cuadros y tablas

Cuadro 2.1. Tabla de Frecuencias por intervalos de clase.....	15
Cuadro 5.1. Cuadro de Conversiones.....	128
Cuadro 7.1. Tipos de Errores.....	171
Cuadro 8.1. Agrupación de resultados del experimento en el diseño completamente aleatorio.....	203
Tabla 1. ANVA Diseño Completo Aleatorio (Igual número de u.e. por tratamiento).....	204
Tabla 2. ANVA Diseño Completo Aleatorio (diferente número de u.e. por tratamiento).....	204
Cuadro 8.2. Representación simbólica de los datos en el diseño bloque completamente aleatorio.....	211
Tabla 3 Análisis de varianza para un diseño bloque completo al azar.....	212
Tabla 4 Análisis de varianza en el diseño cuadrado latino.....	217

Presentación

El presente libro nace como producto de la dedicación y experiencia docente en el dictado del curso de Estadística. Esta primera edición presenta aspectos fundamentales de los temas tratados en el nivel pregrado en la Universidad Nacional de Ingeniería, donde a través de los años adquirí la convicción de que era necesario presentar en palabras simples los temas estadísticos que toda persona debe conocer y con mayor razón nuestros alumnos, quienes son el motor de todo docente que tiene la vocación de enseñar y transmitir conocimientos.

En este libro se presentan temas muy importantes que va a permitir darle luego al estudiante una visión de lo que puede hacer cuando tenga que realizar alguna investigación, sobre todo cuando tenga que planificar y elegir el diseño más acorde al estudio que desee realizar.

Esta edición ha sido diseñada de manera tal que sea útil para diferentes finalidades, como un libro de consulta, que imparte teoría y práctica de la Estadística Básica.

Algo muy importante que quiero resaltar, es que la mayoría de ejercicios desarrollados y propuestos en este texto son ejercicios aplicados a la química y a la manufactura textil, ya que soy docente de la Facultad de Ingeniería Química y Textil de la UNI por más de 20 años; sin embargo, alumnos de nivel de pregrado de cualquier especialidad también podrán buscar asesoría en este libro sin ninguna dificultad.

Hoy en día con el avance de la tecnología, la Estadística también se ha modernizado. Actualmente se conocen muchos paquetes estadísticos que ayudan a simplificar procedimientos extensos, lo cual permite ahorrar tiempo. En el presente texto muestra el uso del Minitab que permitirá al alumno resolver situaciones en Estadística Descriptiva y en Diseños de Experimentos. Las interpretaciones y deducciones deberán ser realizadas por el alumno.

Finalmente, espero que este texto cumpla con el objetivo personal que me tracé, de compartir conocimientos y experiencias que vayna más allá de las aulas y que permita al lector entender la estadística como base para el análisis de sus futuras investigaciones.

Introducción

En un intento de captar que la Estadística puede ser un campo interesante y estimulante que toca muchísimos aspectos de gran importancia en nuestra vida diaria y en toda rama del saber humano, como son las ciencias e ingeniería, es necesario presentar un libro que además de contener los conceptos teóricos, sea instructivo y legible con énfasis en datos químicos y textiles. Por esta razón el presente texto incluye definiciones básicas y un gran número de ejemplos y ejercicios, para demostrar que la estadística no es sólo presentar fórmulas abstractas que tienen muy escasa relación con la aplicación práctica.

En todo trabajo que involucre recopilación de datos, la información recolectada debe ordenarse para lograr una correcta presentación del informe, para ello contamos con las tablas de frecuencias y los gráficos estadísticos. Es así que se ha dado un lugar importante a la Estadística Descriptiva, a pesar de que no se pretenda que las técnicas de la Estadística Descriptiva representen algo que sobrepase los fundamentos del análisis estadístico, es necesario dominar éstas técnicas para la comprensión y la aplicación de los conceptos y procedimientos relacionados con la Inferencia Estadística.

En muchos problemas de tipo práctico es imposible probar u observar la totalidad de los elementos que intervienen y por consiguiente es necesario recurrir al muestreo, así se miden o consideran las propiedades de una muestra con el objeto de estimar las características de la población de donde se extrajo la muestra. No sólo es conveniente tomar la muestra representativa de la población, sino también de que la conclusión a la que lleguemos es sólo probablemente correcta, no se puede tener una certeza total con base en el muestreo.

De lo anterior se deduce que el estudio de la estadística y probabilidades están fundamentalmente relacionados entre sí. En tanto que la Estadística se interesa en gran medida en deducir conclusiones a partir de muestras alteradas por variaciones aleatorias o incertidumbres, mediante la teoría de probabilidades se pueden definir cómo controlar tales incertidumbres en los resultados.

Es muy importante que todo ingeniero, cuando pretenda realizar una investigación, planifique adecuadamente sus procedimientos y pasos a seguir, esto quiere decir que “diseñe” un buen plan de acción. En este texto, se presenta también de manera simple y muy práctica los diseños básicos que más se aplican en las investigaciones.

Este libro incluye en su mayoría los apuntes de las clases que he elaborado y presentado a los alumnos de la Facultad de Ingeniería Química y Textil de la UNI, en más de 20 años de labor docente. Por tal motivo, sirve como una guía tanto teórica como práctica para todo alumno que necesite de la estadística básica. Asimismo los ejercicios desarrollados y propuestos representan en su mayoría a aquellos evaluados en prácticas calificadas y exámenes.

CAPÍTULO 1

Conceptos básicos en estadística

El término alemán “statistik”, que fue primeramente introducido por Gottfried Achenwall (1749), designaba originalmente el análisis de datos del Estado, es decir, la "ciencia del Estado". Por lo que la Estadística estuvo asociada en un principio a los Estados, para ser utilizados por el gobierno y cuerpos administrativos (a menudo centralizados). En la actualidad, la colección de datos acerca de estados y localidades continúa ampliamente a través de los servicios de estadísticas nacionales e internacionales. En particular, los censos suministran información de toda la población. Esto fue base para la estadística moderna, que reúne la estadística matemática y el análisis de datos, con el fin de resolver y obtener conclusiones válidas y objetivas a partir de los resultados de una muestra.

En este primer capítulo iniciaremos con definiciones básicas en estadística, necesarias para una correcta comprensión de los temas a tratar en los siguientes capítulos, siendo una definición muy importante lo que corresponde a variable, ya que ésta representa la característica que se desea estudiar o analizar, sobre todo de aquellas variables que se usan con más frecuencias en los análisis químicos y textiles.

Es importante enfatizar la diferencia entre una población de variables cuantitativas y una población de variables categóricas.

1.1. DEFINICIÓN Y DIVISIÓN DE LA ESTADÍSTICA

1.1.1. Estadística

Es una ciencia aplicada a cualquier rama del saber humano y se encarga de los métodos y procedimientos para recopilar, ordenar, clasificar y presentar una información llamada muestra, con el fin de inferir acerca del comportamiento de la población respectiva.

1.1.2. División de la Estadística

Estadística Descriptiva. Es la parte de la estadística que se encarga de recopilar, ordenar, clasificar y presentar una información llamada muestra.

Los resultados de un análisis no pretenden ir más allá del conjunto de datos.

Estadística Inferencial. Es la parte de la estadística que se encarga de inferir (estimar, predecir) el comportamiento de la población a partir de una muestra, considerando un margen de error o incertidumbre que es cuantificado por la teoría de probabilidades.

1.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN ESTADÍSTICA

1.2.1. Población

Es un conjunto de observaciones que tienen una característica en común, la cual se desea estudiar, la población representa la totalidad de elementos de un determinado estudio. La población puede ser finita (cuando se conoce la totalidad de elementos y se representa por N) o infinita (cuando no se puede determinar la cantidad de elementos que conforma la población).

Una población estadística es entonces un conjunto de observaciones medidas o descritas, para cada una de sus unidades elementales.

Ejemplos:

La población de un país, de granos cristalizados en una roca, de bienes manufacturados por una fábrica en particular durante un periodo dado, número de bacterias en 1 cm^3 de agua. También podría ser un proceso observado en varios instantes y los datos recogidos de esta manera constituyen una serie de tiempo.

Una población si es infinita no se puede estudiar en forma completa, si es finita es muy engorroso, ya que involucra pérdida de tiempo, dinero, etc. por esta razón nos basaremos en la muestra.

1.2.2. Muestra

Es un subconjunto de la población, la muestra debe ser representativa o no sesgada (sin manipulación, ni adulteración) de la población respectiva. Si la muestra es representativa de la población, inferencias y conclusiones hechas en la muestra pueden ser extendidas a la población completa.

Existen diversos métodos para tomar la muestra (muestreo), como por ejemplo un muestreo puede ser sistemático, estratificado, por conglomerado, aleatorio, etc., el muestreo que más se aplica en ingeniería es el muestreo aleatorio (llamado también probabilístico). Un muestreo es aleatorio cuando cada elemento de la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado en la muestra.

La muestra se representa por la letra minúscula n (tamaño de la muestra o número total de observaciones en la muestra).

Ejemplos:

Las mediciones de la humedad relativa (en porcentajes por día) en el lugar de almacenamiento de una muestra de materias primas en 12 días

Estadística y diseño de experimentos

En trabajos químicos, se toman muestras de un material, se analiza y luego se hacen inferencias (predicciones) para la totalidad de dicho material, a partir de los resultados obtenidos.

1.2.3. Parámetro

Es cualquier característica de la población que sea medible, por eso representa a la población. Este valor para ser calculado requiere de la información de toda la población lo cual muchas veces es difícil, por eso generalmente los parámetros son estimados a partir de valores calculados en la muestra (este procedimiento se desarrollará en Inferencia Estadística).

Ejemplos:

μ_x : Media poblacional

σ_x^2 : Varianza poblacional

1.2.4. Estadígrafo

Representan a las medidas descriptivas que se obtienen de un conjunto de observaciones, se les llama también estadístico. Es un número o constante que representa a la muestra y que puede ser calculado teniendo la información de la muestra, con calculadoras o paquetes estadísticos.

1.2.5. Dato

Es la recopilación, registro o anotación de una característica o un valor en particular que toma la variable en estudio.

1.2.6. Unidad Elemental

Es el individuo u objeto del cual se toma la información de la característica a estudiar. El resultado de observar una unidad elemental se llama observación. Puesto que, en una investigación, se hace una observación de cada unidad elemental escogida.

1.3. VARIABLE

Es la característica que presenta las unidades o datos que compone una población y es lo que se desea estudiar, se representa en forma simbólica mediante símbolos o letras. Según los datos recopilados, las variables se clasifican en:

1.3.1. Variable Cualitativa

Representa datos que indican cualidades atributos, características, propiedades, etc. Es llamada también variable categórica. No toman valores numéricos, si los

toma representan códigos. Con esta variable no se pueden realizar operaciones aritméticas.

La variable cualitativa, siendo no medible, puede presentar cierto “orden” cuando se desea clasificar en una tabla de frecuencias; por lo tanto la variable cualitativa puede ser:

Variable cualitativa nominal. Cuando no existe ninguna “jerarquía” u “orden” entre ellas, en la clasificación cualquiera puede ir primero.

Ejemplos:

- Tipos de tela
- Marcas de microscopios
- Profesiones
- Color de una sustancia química

Variable cualitativa ordinal. Estas variables no son medibles, sin embargo, expresan cierto “orden o jerarquía”.

Ejemplos:

- Control de calidad de un producto (malo, regular, bueno, muy bueno)
- Intensidad del dolor (poco, regular, mucho)

1.3.2. Variable Cuantitativa

Representa a datos numéricos, son medibles, con estas variables se pueden hacer operaciones aritméticas.

La variable cuantitativa puede ser:

Variable cuantitativa discreta. Representa a datos numéricos que surgen de un proceso de conteo. Estos no se fraccionan, asumen valores enteros.

Ejemplos:

- Número de microscopios por laboratorio
- Número de alumnos por aula
- El número de bacterias de una muestra de agua

Variable cuantitativa continua. Representa a datos numéricos que surgen de un proceso de medición, ya que pueden tomar valores sobre un intervalo o una colección de intervalos.

La variable continua es la que más se emplea en ingeniería, dado que la mayoría de datos que se usan se obtienen de mediciones. Además se debe indicar la unidad de medida.

Estadística y diseño de experimentos

Ejemplos:

- Tiempo (años)
- Volumen (cm³)
- Temperatura (°C)
- Longitud (m)

1.4. EJERCICIOS DESARROLLADOS

Ejercicio 1

En cada caso, indique cuál es la población, la muestra, unidad elemental, cuál es la variable que se quiere estudiar y especifique la clase de variable:

- Tiempo (en minutos) que demoran 30 alumnos de la Facultad de Ingeniería Química y Textil en el semestre 2010-1, en terminar el examen final de Estadística y Diseños de Experimentos.
- Estado Civil de 80 personas del distrito de San Miguel
- Número de pipetas en cada uno de los laboratorios de la facultad
- Control de calidad de 50 productos fabricados en un día

Solución

- Tiempo (en minutos) que demoran 30 alumnos de la Facultad de Ingeniería Química y Textil en el semestre 2010-1, en terminar el examen final de Estadística y Diseños de Experimentos.

Población: total de alumnos de la Facultad de Ingeniería Química y Textil en el semestre 2010-1

Muestra: 50 alumnos de la Facultad de Ingeniería Química y Textil en el semestre 2010-1

Unidad elemental: un alumno de la Facultad de Ingeniería Química y Textil

Variable: Tiempo (en minutos) que demoran en terminar el examen final de Estadística y Diseños de Experimentos.

Clase de variable: variable cuantitativa continua

- Estado Civil de 80 personas del distrito de San Miguel

Población: total de personas del distrito de San Miguel

Muestra: 80 personas del distrito de San Miguel

Unidad elemental: una persona del distrito de San Miguel

Variable: estado civil

Clase de variable: variable cualitativa nominal

c) Número de pipetas en cada uno de los laboratorios de la facultad

Población:	total de laboratorios de la facultad
Muestra:	un grupo de laboratorios de la facultad
Unidad elemental:	un laboratorio de la facultad
Variable:	número de pipetas
Clase de variable:	variable cuantitativa discreta

d) Control de calidad de 50 productos fabricados en un día

Población:	total de productos fabricados en el día
Muestra:	50 productos fabricados en el día
Unidad elemental:	un producto fabricado en el día
Variable:	control de calidad
Clase de variable:	variable cualitativa ordinal

Ejercicio 2

En agosto del 2006, una empresa de gaseosas decidió hacer una encuesta para conocer el grado de aceptación que había tenido su producto “agua de manzana” (un nuevo producto que ha lanzado al mercado), entre los habitantes de Lima Metropolitana. Para ello se entrevistaron a 50 amas de casa, utilizando un cuestionario que incluía preguntas para determinar: si en la casa han probado el producto, quiénes han consumido el producto, la edad de los que consumen el producto, si el producto qué tanto les ha gustado o aceptado (poco, regular, mucho), si seguirán consumiendo el producto, etc.

De acuerdo a lo anterior:

- ¿Cuál es la población de estudio? ¿Es finita o infinita?
- ¿Cuál es la muestra?
- ¿Cuál es la unidad estadística elemental?
- ¿Cuáles son las variables que se presentan en esta entrevista? y ¿Qué tipo de variable es cada una de las señaladas en este caso?

Solución

Población:	total de amas de casa de Lima Metropolitana
Muestra:	50 amas de casa de Lima Metropolitana
Unidad elemental:	un ama de casa de Lima Metropolitana
Variabes:	

- Conocimiento del producto (variable cualitativa nominal)
- Edad de los consumidores (variable cuantitativa continua)
- Aceptación del producto (variable cualitativa ordinal)

Ejercicio 3

Indique la clase de variable que corresponde en cada caso:

- a) Nivel de instrucción (primaria, secundaria, superior)
- b) Años de estudios completados
- c) Punto de fusión
- d) El peso en kilogramos
- e) Solubilidad (baja, media o alta)
- f) La temperatura en grados Celsius

Solución

- a) Variable cualitativa ordinal
- b) Variable cuantitativa discreta
- c) Variable cuantitativa continua
- d) Variable cuantitativa continua
- e) Variable cualitativa ordinal
- f) Variable cuantitativa continua

1.5. EJERCICIOS PROPUESTOS

Ejercicio 1

Los alumnos del curso de Estadística de la FIQT realizaron una investigación con el objetivo de establecer el perfil de los estudiantes de Postgrado de la UNI. Como el total de alumnos que estudian posgrado es de 300, después de debatir arduamente, los alumnos de Estadística seleccionaron a 10 alumnos del curso para tomar datos a 40 estudiantes del posgrado. A tales estudiantes se les aplicó un cuestionario de donde se obtuvieron datos como:

Nota promedio ponderado, nivel económico, sexo, estado civil, número de hijos, número de horas de clase por semana, ciclo de estudios, ingresos mensuales, minutos de viaje a casa.

- a) Identifique la población
- b) Identifique la muestra
- c) Según el párrafo con letra cursiva, indique las variables y sus tipos

Ejercicio 2

En un programa de mejoramiento que se ha implementado en una empresa, se ha diseñado un plan para mejorar el proceso de fabricación de un horno de microondas de alta fidelidad. Desde la línea de despacho, donde los productos egresan

uno a uno, se seleccionan 10 equipos los cuales son enviados a distintas áreas donde son clasificados entre otras características, el estado de las bisagras de las puertas, las dimensiones del diámetro del plato interior del horno, el voltaje de salida, la temperatura interior del equipo después de dos minutos de trabajo, la radiación emitida y el color del horno

- a) Identifique la población, la muestra y la unidad elemental
- b) Indique y clasifique las variables involucradas.

Ejercicio 3

En cada caso indique la población, la unidad elemental y cuál la variable que se quiere estudiar. Especifique el tipo de variable:

- a) Temperatura máxima diaria (en grados centígrados) de las ciudades, capitales de provincia de La Libertad.
- b) Deportes que practican los alumnos matriculados en la UNI en el semestre 2007-1.
- c) Número de celulares que hay en cada aula de la UNI en un día en particular.

Ejercicio 4

En los siguientes casos indicar: la población, unidad elemental, la variable y el tipo de variable.

- Código Postal de los distritos de Lima
- Categoría de los profesores de Estadística de la UNI
- Número de niños por escuela fiscal en el distrito del Rímac
- Tiempo que demoran los alumnos en terminar el examen de Estadística

Ejercicio 5

Una fábrica industrial actualmente cuenta con 400 empleados y desea ofrecer a los mismos un servicio de salud, el cual posiblemente se instale a 1kilómetro de distancia de la fábrica. Suponga que usted lo encargan de realizar un estudio de las necesidades de salud que los empleados tienen al respecto.

- Defina la unidad elemental y la población delimitándolas claramente.
- Defina tres objetivos específicos de la investigación.
- Trabajaría usted con una muestra o la población total.
- Cite cuatro variables pertinentes de investigar y la clasificación de cada una de ellas.