



Dos campus d'excel·lència internacional



# Actividades de aprendizaje autónomo y presencial en Metodología de las Ciencias del Comportamiento

Rumen Manolov

Antonio Solanas

David Leiva

José Luis Losada

Maribel Però

Joan Guàrdia

Grado de Psicología

Barcelona

2014

---

# Índice general

|  |           |
|--|-----------|
| Agradecimientos.....                       | v         |
| Prefacio .....                             | vi        |
| <b>I Elaborando y localizando informes</b> | <b>10</b> |
| 1 Investigación psicológica .....          | 12        |
| 2 Búsqueda bibliográfica.....              | 15        |
| <b>II Técnicas de recogida de datos</b>    | <b>22</b> |
| 3 Observación .....                        | 24        |
| 4 Entrevista.....                          | 29        |
| 5 Cuestionarios y encuestas.....           | 32        |
| 6 Redes sociales .....                     | 35        |
| 7 Experimentos.....                        | 43        |
| 8 Matrices de datos .....                  | 49        |
| <b>III Modelos de probabilidad</b>         | <b>54</b> |
| 9 Distribución binomial.....               | 56        |
| 10 Distribución normal .....               | 61        |
| 11 Estudios caso-control .....             | 67        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>IV</b> | <b>Descripción estadística</b>                          | <b>75</b>  |
| 12        | Descripción univariante.....                            | 77         |
| 13        | Diversidad.....   | 81         |
| 14        | Descripción bivalente.....                              | 90         |
| 15        | Análisis de datos diádicos.....                         | 96         |
| 16        | Análisis de Contenido.....                              | 100        |
| 17        | Repaso.....   | 109        |
| <br>      |   |            |
| <b>V</b>  | <b>Inferencia estadística</b>                           | <b>114</b> |
| 18        | Distribución muestral.....                              | 116        |
| 19        | Control estadístico.....                                | 120        |
| 20        | Intervalos de confianza.....                            | 128        |
| 21        | Pruebas de conformidad.....                             | 134        |
| 22        | Asociación entre variables categóricas.....             | 137        |
| 23        | Pruebas $t$ .....                                       | 141        |
| 24        | Pruebas no paramétricas.....                            | 147        |
| 25        | Inconsistencias de los coeficientes de correlación..... | 152        |
| 26        | Correlación entre los factores del NEO-FFI.....         | 155        |
| 27        | Análisis de la Variancia.....                           | 159        |
| <br>      |   |            |
| <b>VI</b> | <b>Tamaño del efecto</b>                                | <b>163</b> |
| 28        | Tamaño del efecto pruebas paramétricas.....             | 165        |
| 29        | Tamaño del efecto pruebas no paramétricas.....          | 196        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>VII</b> | <b>Modelado</b>                        | <b>213</b> |
| 30         | Modelos de regresión lineal .....      | 215        |
| 31         | Modelos de regresión polinómica.....   | 219        |
| 32         | Modelos de mediación .....             | 223        |
| 33         | Modelos de regresión no lineal I ..... | 230        |
| 34         | Modelos de regresión no lineal II..... | 234        |
|            | Comentarios finales.....               | 237        |
|            | Referencias.....                       | 239        |

---

# Índice de tablas

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 7.1  | Plantilla de datos sobre el efecto Stroop . . . . .                | 46  |
| 8.1  | Ejemplo de matriz de datos I . . . . .                             | 51  |
| 8.2  | Ejemplo de matriz de datos II . . . . .                            | 52  |
| 8.3  | Ejemplo de matriz de datos III . . . . .                           | 52  |
| 9.1  | Tabla de recogida de datos experimento PES . . . . .               | 59  |
| 11.1 | Descriptivos grupo normativo en VLT-I . . . . .                    | 72  |
| 11.2 | Descriptivos grupo normativo en VFT . . . . .                      | 73  |
| 13.1 | Tabla resumen para distintos indicadores de diversidad . . . . .   | 86  |
| 13.2 | Plantilla recogida datos estudio de diversidad . . . . .           | 88  |
| 13.3 | Tabla resumen para los estadísticos de diversidad . . . . .        | 89  |
| 14.1 | Ejemplo de tabla de contingencia: género y tipo de fobia . . . . . | 91  |
| 14.2 | Tabla de contingencia para burnout y tipo de contrato . . . . .    | 92  |
| 15.1 | Plantilla de datos concordancia diádica . . . . .                  | 98  |
| 19.1 | Medidas mensuales de implicación en la organización . . . . .      | 124 |
| 19.2 | Medidas mensuales de estrés . . . . .                              | 126 |
| 21.1 | Comparación entre baremo y muestra de estudiantes . . . . .        | 136 |
| 22.1 | Cuestionario creencias mágicas . . . . .                           | 138 |
| 24.1 | Cuestionario CSSE al inicio de curso . . . . .                     | 150 |
| 24.2 | Cuestionario CSSE a mediados de curso . . . . .                    | 151 |
| 25.1 | Datos Anscombe (1973) . . . . .                                    | 153 |
| 26.1 | Facetas del NEO PI-R . . . . .                                     | 156 |
| 26.2 | Correlaciones bivariadas entre los factores del NEO-FFI . . . . .  | 157 |
| 26.3 | Correlaciones NEO-FFI en muestra de estudiantes . . . . .          | 158 |
| 27.1 | Cuestionario sobre actividades durante el tiempo libre . . . . .   | 160 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 28.1 | Datos intervención psicológica en depresión . . . . .            | 170 |
| 28.2 | Resumen descriptivo de los datos sobre depresión . . . . .       | 173 |
| 28.3 | Estructura de una tabla de contingencia . . . . .                | 191 |
| 29.1 | Ejemplo preferencias sobre actividades de ocio . . . . .         | 199 |
| 29.2 | Relaciones sociales y Calidad de Vida . . . . .                  | 202 |
| 29.3 | Datos Calidad de Vida y Trabajo . . . . .                        | 209 |
| 31.1 | Datos sobre eficacia y grado de estrés . . . . .                 | 221 |
| 32.1 | Asistencia a clase, motivación y rendimiento académico . . . . . | 228 |

---

# Índice de figuras

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 6.1  | Detalle edición vértices con Pajek . . . . .                           | 37  |
| 6.2  | Detalle introducción relaciones dirigidas con Pajek . . . . .          | 38  |
| 6.3  | Detalle introducción relaciones recibidas con Pajek . . . . .          | 38  |
| 6.4  | Información sobre los nodos de la sociomatríz . . . . .                | 39  |
| 9.1  | Cartas de Zener . . . . .  | 58  |
| 10.2 | Diseño del <i>quincunx</i> original . . . . .                          | 62  |
| 10.1 | Moneda romana denominada <i>quincunx</i> . . . . .                     | 62  |
| 10.3 | Representación esquemática del <i>quincunx</i> . . . . .               | 63  |
| 10.4 | Representación gráfica de una distribución $N(120, 30)$ . . . . .      | 66  |
| 11.1 | Detalle del programa <code>Singlims_ES</code> . . . . .                | 72  |
| 11.2 | Detalle del programa <code>Dissocs_ES</code> . . . . .                 | 73  |
| 13.1 | Diversidad como variedad . . . . .                                     | 84  |
| 13.2 | Diversidad como separación . . . . .                                   | 85  |
| 13.3 | Diversidad como disparidad . . . . .                                   | 85  |
| 18.1 | Ejecución <code>RcmdrPlugin.TeachingDemos</code> . . . . .             | 118 |
| 19.1 | Grafico de control para atributos . . . . .                            | 122 |
| 19.2 | Grafico de control para variables . . . . .                            | 123 |
| 20.1 | Simulación mediante <code>CIJumping</code> de 36 muestras. . . . .     | 129 |
| 20.2 | Simulación mediante <code>CIJumping</code> de 10 muestras. . . . .     | 130 |
| 20.3 | Intervalos de confianza para varias comparaciones de medias. . . . .   | 133 |
| 23.1 | Comparación entre grupos en la medida post . . . . .                   | 145 |
| 23.2 | Comparación medida pre y medida post . . . . .                         | 145 |
| 28.1 | Diagrama de cajas para <code>BDI_pre</code> según Grupo . . . . .      | 174 |
| 28.2 | Diagrama de cajas para <code>BDI_post</code> según Grupo . . . . .     | 178 |
| 28.3 | Diagrama de dispersión <code>BDI</code> pre-post según Grupo . . . . . | 180 |
| 28.4 | Diagrama de cajas para <code>BDI_pre</code> según Ocupación . . . . .  | 184 |
| 28.5 | Diagrama de cajas para <code>BDI_post</code> según Ocupación . . . . . | 186 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 28.6 | Diagrama de cajas para BDI_post según Ocupación en grupo Control               | 187 |
| 28.7 | Diagrama de cajas para BDI_post según Ocupación en grupo Tratamiento . . . . . | 189 |
| 28.8 | Diagrama de dispersión Diferencias pre-post y número de sesiones .             | 193 |
| 29.1 | Diagrama de cajas para Calidad de Vida según Relaciones Sociales               | 203 |
| 29.2 | Diagrama de cajas para Satisf1 según Relaciones Sociales . . . . .             | 206 |
| 29.3 | Diagrama de dispersión para Satisf1 y CalidadVida . . . . .                    | 207 |
| 29.4 | Diagrama de dispersión para Ocio y CalidadVida . . . . .                       | 209 |
| 29.5 | Satisfacción en el trabajo, el ocio y la residencia . . . . .                  | 211 |
| 30.1 | Regresión lineal múltiple entre depression, fatalism y simplicity. . .         | 218 |
| 32.1 | Diagrama de un modelo de regresión lineal simple . . . . .                     | 225 |
| 32.2 | Diagrama de un modelo de mediación . . . . .                                   | 225 |
| 33.1 | Ejemplos función potencial . . . . .   | 231 |



# Agradecimientos

El material se elaboró dentro del marco del proyecto de innovación docente “Actividades de aprendizaje autónomo y presencial en Metodología de las Ciencias del Comportamiento” reconocido por la Universidad de Barcelona (2014PID\_UB/003).

# Prefacio

El presente documento es un recurso destinado a acompañar las clases y el aprendizaje autónomo de temas relacionados con la aplicación de métodos de investigación y estadística en ciencias del comportamiento. La principal idea subyacente a su creación fue relacionar estos temas, habitualmente poco atractivos, a un contenido sustantivo psicológico. Establecer las relaciones entre el conocimiento psicológico y la manera en la cual éste se construye y evalúa pretende ilustrar la utilidad de la metodología y la estadística y, esperamos, incrementar la motivación de los estudiantes a dedicar tiempo y atención a estos temas. Consideramos que conocer cómo los datos se recogen y analizan según el método científico es necesario para todos los profesionales, si ellos han de ser consumidores informados de informes de investigación e investigadores hábiles por su cuenta. La comprensión completa de las implicaciones reales (y no exageradas) y el significado de los resultados de un estudio requiere una base de conocimientos que se ha de construir consultando el material teórico y practicando - este último aspecto es el que nos proponemos promover con el presente documento. “Aprender haciendo” es también útil para obtener experiencia de primera mano sobre la manera de llevar a cabo investigaciones. Esta es la razón por la cual gran parte de los ejercicios prácticos incluyen recogida de datos, aparte de su análisis, puesto que ambas partes del proceso de investigación están estrechamente relacionadas. Nuestra intención también fue que los estudiantes estuvieran familiarizados con los datos, en lugar de trabajar siempre con estudios ficticios y números a los que difícilmente se les puede asignar un significado psicológico. No obstante, realizar cálculos sobre datos ya disponibles y facilitados en el material de prácticas también es útil para lograr una comprensión más profunda del significado de la información que cada índice o prueba estadística proporciona.

El documento está organizado en siete secciones. El Bloque I se centra en los informes científicos: cómo localizarlos, analizarlos y/o elaborarlos, enfatizando la importancia de consultar bases de datos en vez de navegar libremente por la red, sin ningún tipo de control sobre el contenido. El Bloque II trata sobre diferentes técnicas de recogida de datos: observación; métodos selectivos como las entrevistas y los cuestionarios; experimentos y también la obtención de datos desde la perspectiva del análisis de redes sociales. El Bloque III se centra en modelos de

probabilidad, incluyendo ejercicios de cálculo de probabilidades así como algunas aplicaciones. El Bloque IV trata diferentes temas de estadística descriptiva, en su aplicación a datos recogidos siguiendo las sugerencias de las prácticas incluidas en el Bloque II, además de otros casos con datos que ya se proporcionan en un contexto sustantivo. El Bloque V trata sobre el uso inferencial de la estadística, relacionando temas propios de los Bloques III y IV. Los Bloques VI y VII combinan la finalidad descriptiva e inferencial de dos elementos de la Estadística. Concretamente, el Bloque VI se centra en los indicadores de tamaño del efecto que ponen el énfasis en la fuerza de la relación entre las variables de interés, tal y como se ha observado en la muestra, al mismo tiempo que es posible, bajo determinados supuestos, hacer inferencia respecto a la probabilidad de que las variables de hecho no estuvieran relacionadas en la población. A su vez, el Bloque VII ofrece algunas técnicas para representar la relación entre variables a través de modelos de regresión lineal, enfatizando que la finalidad de los modelos estadísticos puede ser tanto descriptiva (véase contenido del Bloque IV) como inferencial (Bloque V).

Partiendo de las características anteriormente mencionadas del documento, consideramos que puede ser utilizado por dos tipos de colectivos. Por una parte, el material creado es potencialmente útil para los docentes en su tarea de proponer ejercicios con sentido para los estudiantes que desean (o se ven obligados a) estudiar contenidos metodológicos y estadísticos. Por otra parte, los ejercicios propuestos y las preguntas formuladas pueden ser trabajadas por los estudiantes por su propia cuenta, a la hora de estudiar estos temas. En este sentido, algunas de las prácticas incluidas en este documento pueden utilizarse como material complementario y no necesariamente han de tratarse en las sesiones presenciales.

A modo de consejo general sobre la manera de cómo utilizar este documento, recomendamos a los estudiantes a que lean con cuidado el material teórico y las explicaciones contextualizadas que se facilitan antes de presentar las actividades prácticas; también recomendamos consultar las referencias complementarias para poder conocer las fuentes primarias de información. Adicionalmente, el mejor dominio de los temas tratados en las asignaturas con contenido metodológico y estadístico requiere resolver también problemas de cálculo con el objetivo de disponer de otra perspectiva sobre la información que los índices y pruebas realmente proporcionan. Aparte de ser útiles a nivel de conocimientos y habilidades, los ejercicios de cálculo también pueden tener un efecto positivo a nivel actitudinal, puesto que los estudiantes se familiarizan con la notación y formalización estadística y matemática. Finalmente, con la finalidad de sacar provecho de los ejercicios prácticos y para poder contestar a las cuestiones planteadas, es necesario consultar el material teórico del curso de técnicas de investigación o de estadística que se está siguiendo. Con este propósito, sugerimos algunas lecturas útiles para los temas tratados en el presente documento.

## Materiales en castellano y catalán

### Técnicas de investigación

Ato García, M. (1991). *Investigación en ciencias del comportamiento. I: Fundamentos*. Barcelona: PPU.

Losada, J.L., y López-Feal, R. (2003). *Métodos de investigación en ciencias humanas y sociales*. Barcelona: Paraninfo-Thomson.

Meltzoff, J. (2000). *Crítica a la investigación: Psicología y campos afines*. Madrid: Alianza.

Ponsoda, V. (2009). Metodología al servicio del Psicólogo. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 2–6. Disponible en: <http://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1791.pdf>

Riba, C. (2007). *Metodologia qualitativa en l'estudi del comportament*. Barcelona: UOC.

### Estadística

Guàrdia, J., Freixa, M., Però, M., y Turbany, J. (2008). *Análisis de datos en psicología* (2<sup>a</sup> ed.). Madrid: DELTA Publicaciones.

Peró, M., Leiva, D., Guàrdia, J., y Solanas, A. (Eds.) (2012). *Estadística aplicada a las ciencias sociales mediante R y R-Commander*. Madrid: Garceta.

Solanas, A., Salafranca, Ll., Fauquet, J., y Núñez, M. I. (2005). *Estadística descriptiva en ciencias del comportamiento*. Madrid: Thomson.

## **Materiales en inglés**

### **Técnicas de investigación**

Coolican, H. (1999). *Research methods and statistics in psychology* (3rd ed.). London, UK: Hodder Stoughton.

Meltzoff, J. (1998). *Critical thinking about research: Psychological and related fields*. Washington, DC: American Psychological Association.

Nestor, P. G., & Schutt, R. K. (2012). *Research methods in Psychology*. London, UK: Sage.

### **Estadística**

Chatterjee, S., & Hadi, A. S. (2006). *Regression analysis by example* (4th ed.) London, UK: John Wiley Sons.

Cohen, J., & Cohen, P. (1975). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2009). *Statistics for the Behavioral Sciences* (8th Ed.). Belmont, CA: Wadsworth.

Spiegel, M. R., Schiller, J., & Srinivasan, R. A. (2009). *Probability and statistics* (3rd Ed.). New York, NY: McGraw-Hill.

# Bloque I

## Elaborando y localizando informes

Un informe técnico es la descripción física, por escrito, y el resumen de un estudio. Su texto ha de ser una representación fidedigna de los diferentes estadios del proceso de investigación y cumplir varias funciones: a) informar sobre hallazgos nuevos y su integración con el conocimiento disponible; b) ayudar al lector interesado y a los revisores externos a que evalúen por su cuenta el estudio; c) posibilitar las repeticiones. En el contexto de un curso sobre metodología, el informe tiene otro propósito adicional: ilustrar conceptos como la “estrategia metodológica”, variables y su operativización, hipótesis, etcétera.

El objetivo de la primera práctica incluida en este bloque es que los estudiantes identifiquen las manifestaciones específicas de estos conceptos y también para detectar los puntos fuertes y los puntos débiles. El objetivo de la segunda práctica se relaciona con la segunda función mencionada anteriormente - para subrayar la importancia del proceso de revisión por pares (o “revisión por expertos”) y la necesidad de justificar la investigación en base a estudios previos que también han sido revisados por expertos. En este documento se ofrecen algunas pistas sobre cómo se puede localizar este tipo de informes. Finalmente, un informe escrito debería cumplir diversos criterios de formato, tales como mantener la estructura Introducción-Método-Resultados-Discusión (primera práctica de este bloque) y el estilo de citación de la *American Psychological Association* (APA) (segunda práctica de este bloque).

La manera correcta de informar favorece entender y replicar la investigación y ambos hacen posible el progreso del conocimiento.

# Capítulo 1

## Investigación psicológica

### Objetivo de la práctica

El primer objetivo de la presente práctica es identificar, en el marco de un estudio concreto, los principales elementos del método científico en su uso en la investigación psicológica. Se trata, por lo tanto, de ilustrar conceptos básicos como variable, hipótesis, validez, etc. y ver cómo el conocimiento sobre dichos conceptos puede ser útil a la hora de interpretar la información que un trabajo científico (no) proporciona. El segundo objetivo es conocer la estructura formal del artículo científico como tipo de informe mediante el cual hacer difusión de los resultados de las investigaciones. Se comentará la organización de la información en los diferentes apartados, así como cuestiones de estilo, con tal de mantener la rigurosidad científica a la hora de redactar. Por último, se hará una primera aproximación a la evaluación crítica de la investigación, teniendo como propósito dejar patente que ningún trabajo científico es definitivo, ni tampoco perfecto, debido a lo cual investigaciones posteriores han de rellenar las lagunas de conocimiento o metodológicas que todavía existen. Este último objetivo responde al tipo de trabajo que realizan los/las psicólogos/as - aunque no todos/as han de llevar a cabo necesariamente estudios científicos, es muy probable que todos/as tengan que consultar literatura científica que sirva de base a sus actuaciones en la actividad profesional del día a día. Por lo tanto, distinguir la evidencia con base científica sólida es crucial para un desempeño profesional adecuado.

### Descripción de las tareas

0. Antes de la clase: lea detenidamente el artículo que se le a propuesto (o que se le proponga) con la finalidad de conocer los principales contenidos de cada



apartado.

1. En clase discuta la información que proporciona:
  - a) El resumen;
  - b) La introducción;
  - c) El método, centrándose en cada uno de sus subapartados;
  - d) Los resultados;
  - e) La discusión;
  - f) Las referencias;
  - g) El anexo (cuando se dispone de tal apartado).
2. Comente las principales variables del estudio:
  - a) Clasifique según el criterio metodológico: discuta si la(s) variable(s) explicativa(s) o predictora(s) se puede(n) considerar “variables independientes”;
  - b) Comente cómo se han operativizado todas las variables relevantes, no solamente las explicadas o criterio;
  - c) Clasifique según el criterio estadístico: tipos de variable (cualitativa vs. cuantitativa y cuantitativa discreta vs. cuantitativa continua) y escala de medida.
3. Comente la estrategia metodológica utilizada en el estudio y su validez interna y externa.
4. Comente los aspectos positivos relacionados con: introducción, método, resultados y discusión.
5. Comentar los aspectos mejorables relacionados con: introducción, método, resultados y discusión.

## Material para realizar la práctica

1. Artículo en castellano:

Meltzoff, J. (2000). *Crítica a la investigación. Psicología y campos afines*. Madrid: Alianza Editorial. (pp.265-269: "La crisis de la madurez en los hombres de 50 años").

2. Artículo en inglés:

Meltzoff, J. (1998). *Critical thinking about research: Psychology and related fields*. Washington, DC: American Psychological Association. (pp.227-230: "Midlife crisis of men at age 50").

## Para razonar y contestar

1. ¿Cuáles son las principales similitudes con un artículo de la prensa?
2. ¿Cuáles son las principales diferencias con un artículo de la prensa?
3. ¿Existe un apartado de "Análisis de datos"? En caso afirmativo, ¿cuál es? En caso negativo, ¿dónde debería ubicarse?
4. ¿Existe un apartado de "Instrumentos"? En caso afirmativo, ¿cuál es? En caso negativo, ¿dónde debería ubicarse?
5. ¿Cómo resumiría los principales hallazgos de la investigación, teniendo en cuenta las limitaciones de ésta?
6. De los cuatro objetivos principales de la ciencia (i. e., describir, explicar, predecir y controlar), ¿cuáles podría decirse que se pretenden conseguir con el estudio descrito en el artículo?

## Capítulo 2

# Búsqueda bibliográfica

### Objetivo de la práctica

En la presente práctica se ilustrará cómo acceder con garantías a conocimientos científicos que son útiles para los profesionales de la Psicología, en general, y para realizar el trabajo tutorizado de la asignatura, en concreto. Se parte de la idea que la ciencia es un proceso en progreso continuo que se fundamenta en conocimientos disponibles para ampliarlos, refinarlos o reemplazarlos por otros que, en este momento, se consideren descripciones o explicaciones más plausibles de los fenómenos a estudiar. Por lo tanto, cualquier trabajo científico se ha de basar necesariamente, en mayor o menor medida, en trabajos previos para replicar sus resultados, para seguir las líneas de investigación sugeridas o para abordar el mismo objeto de estudio desde otra perspectiva teórica o metodológica. Para que esto sea posible, es necesario conocer los trabajos relevantes para el tema que se desea estudiar con la finalidad de obtener evidencias que no sean triviales, sino que se consideren útiles en la actualidad desde el punto de vista teórico o aplicado.

A la hora de planificar su trabajo tutorizado, los estudiantes han de tener en cuenta los conocimientos disponibles hasta ahora para poder definir de forma específica los objetivos de dicho trabajo y ubicarlos en el contexto de las teorías y evidencias existentes. En función de la existencia o no de teorías y de la posibilidad de derivar hipótesis contrastables de estas el trabajo se enfocará, respectivamente, desde la perspectiva deductiva o inductiva. Es importante considerar si se parte de expectativas previas fundamentadas teórica o empíricamente o si, en cambio, el objetivo es de carácter exploratorio, puesto que estas opciones inciden en la posterior interpretación de los resultados. Por lo tanto, las teorías e investigaciones principales que se repasan en la Introducción del informe científico son también las que se tienen en cuenta a la hora de dar sentido a los resultados y comentar sus implicaciones teóricas o prácticas. Esta valoración de los hallazgos tiene lugar

en la Discusión del informe y también permite comparar los resultados obtenidos por los estudiantes con los previamente disponibles con la finalidad de identificar convergencias y divergencias y buscar, aunque sea de forma tentativa, sus posibles explicaciones. Para poner a prueba la plausibilidad de dichas explicaciones tentativas se pueden sugerir estudios posteriores. Queda claro, por lo tanto, que la literatura científica es necesaria tanto para la justificación del trabajo, como para ubicar sus resultados y sugerir nuevas investigaciones. Sin embargo, no hay que olvidar que, además de las aportaciones conceptuales de los estudios previos, éstos también son útiles a nivel metodológico ya que suelen sugerir formas de definir operativamente las variables de interés, como ejemplo concreto de las maneras de proceder a la hora de llevar a cabo la investigación. Otros aspectos metodológicos sobre los cuales los artículos informan son la manera de contactar con los participantes, las tareas que se les pide realizar, las características de los instrumentos utilizados, etc.

En este momento es necesario mencionar que la autoría de toda la información que se consulta debe reflejarse en los informes que un investigador (y, en el marco de la asignatura, cada grupo de estudiantes) redacta. Las ideas y los resultados que son producto de otros investigadores tienen que ser reconocidos como tales, lo que es importante no solo desde el punto de vista ético, sino también para que el lector interesado pueda consultar dichas fuentes. En los siguientes dos apartados se comentarán algunos aspectos que se tiene que conocer para acceder a los trabajos científicos y también para reflejar de manera formalmente correcta qué aspectos de estos trabajos se han utilizado a la hora de llevar a cabo el estudio propio y a la hora de redactar el informe que describe este proceso.

## Bases de datos

Se recomienda empezar la búsqueda bibliográfica en las bases de datos a las que está suscrita la Universidad, debido a que éstas constituyen un filtro necesario para acceder exclusivamente a trabajos cuyo rigor metodológico ha sido evaluado positivamente. En este sentido, se asegura que la información que servirá de base al estudio se habrá obtenido siguiendo el método científico y no se basa en el conocimiento popular (e.g., el sentido común, opiniones personales, anécdotas). Otra de las ventajas de las bases de datos en el momento actual es que es posible realizar búsquedas en varias bases de datos a la vez, por ejemplo, en PsycInfo, PsycArticles y ERIC, siendo ésta última una base de datos de educación, pero que también permite buscar estudios relevantes para la Psicología dadas las fronteras borrosas entre las disciplinas. Adicionalmente, PsycArticles permite, no solo identificar artículos de interés, sino también obtener su versión electrónica de forma directa, siempre y cuando el acceso se realice a través de la Universidad.

A la hora de llevar a cabo la búsqueda bibliográfica son esenciales las palabras que se introducen para localizar trabajos relevantes. Para conocer estos términos se puede utilizar la opción Thesaurus que muestra equivalencias de palabras, además de sus relaciones. Es importante notar que las búsquedas se pueden realizar de forma inespecífica en todo el texto del trabajo o centrarse en aspectos como el título del trabajo, el nombre de la revista o buscar obras de autores concretos. La búsqueda también se puede restringir a ciertos tipos de poblaciones (según diagnóstico, grupo de edad, país de procedencia) o utilizando ciertos tipos de metodología (e.g., solo experimentos o solo estudios longitudinales). Finalmente, en muchos casos es recomendable limitar las búsquedas a revistas que incluyen la evaluación por pares como parte del proceso de valoración del mérito científico de los trabajos antes de que éstos sean publicados. La evaluación por pares implica que expertos en el área han sopesado las fortalezas y limitaciones del trabajo en términos de su relevancia teórica o práctica, la adecuación de la metodología para obtener y analizar la información y la de las conclusiones extraídas a partir de las evidencias recogidas.

Una vez localizado un artículo de potencial interés, el siguiente paso es leer su resumen, que contiene información de cada uno de sus apartados. Si el artículo resulta relevante para el estudio que se quiere llevar a cabo, se procede a acceder de forma digital directamente a través de la base de datos o, cuando esto no sea posible, a través de los recursos electrónicos o en papel de la Universidad. En el caso de libros y capítulos de libro es necesario, prácticamente en la totalidad de los casos, acudir a la biblioteca.

## Referencias

Como se ha mencionado anteriormente, las referencias son imprescindibles para dejar patente cuáles de las ideas expresadas en un informe científico no son propias sino que son fruto de haber consultado trabajos previos. Hacer referencias a otros autores y a estudios previos también tiene la función de justificar el estudio actual, puesto que los trabajos fundamentados tienen una mejor aceptación en el mundo científico (i.e., a la hora de realizar la evaluación por pares).

En este momento es importante realizar dos distinciones importantes. En primer lugar, una cita no es lo mismo que una referencia, quedando reservado el primer término para aquellas ocasiones en las cuales un autor decide reproducir de manera textual parte de un informe (e.g., artículo, capítulo de libro) ya publicado. Las citas se identifican utilizando comillas y la(s) página(s) del texto original donde se encuentra y su uso se restringe solo a aquellos casos en los que se considera importante no reinterpretar o resumir la idea inicial del autor consultado.

En segundo lugar, hay que distinguir entre un apartado de “Bibliografía” y uno de “Referencias”. En el primer caso se trataría de la literatura consultada o aquella que se considera importante para profundizar en el tema del informe. En el segundo caso, se incluyen exclusivamente trabajos a los que se hace mención explícita en el texto del informe, identificando su autor. En los trabajos científicos, a diferencia de los libros de texto para uso docente, es apropiado disponer solo de un apartado de “Referencias”.

A continuación se presentan las reglas para elaborar referencias según el estilo de la *American Psychological Association* ([American Psychological Association, 2009](#)). No es el único estilo aceptado en Psicología, pero sí el más comúnmente utilizado, razón por la cual se incluye en la presente práctica. En concreto, se presentarán las maneras de hacer la referencia de tres tipos de textos: artículos, libros y capítulos de libros editados en los cuales cada capítulo tiene autores diferentes. Son los tres tipos de fuentes más comunes y, además, no incluyendo las reglas para otros tipos de texto se pretende evitar que los estudiantes consulten textos online fuera de las bases de datos científicas y sin ninguna garantía respecto al fundamento de las opiniones que se expresan en dichos documentos.

*Artículo.* A continuación se presentan la regla general y un ejemplo de la manera de elaborar la referencia para el apartado de “Referencias” del informe científico:

Author, A. A., & Author, A. A. (2011). Article title. *Title of the Journal*, 10 (1), 10–20.

Vierhaus, M., Lohaus, A., & Shah, I. (2010). Internalizing behavior during the transition from childhood to adolescence: Separating age from retest effects. *European Journal of Psychological Assessment*, 26 (3), 187–193.

Para hacer referencia a dicho trabajo en el texto del informe (en cualquiera de los apartados: “Introducción”, “Método”, “Resultados” o “Discusión”) se requieren solo los apellidos de los autores y el año de publicación (i.e., Vierhaus, Lohaus, & Shah, 2010). Debido a que en este caso los autores del trabajo son más de dos, referencias posteriores en el texto incluirán solo el apellido del primer autor (i.e., Vierhaus et al., 2010).

*Libro.* A continuación se presentan la regla general y un ejemplo de la manera de elaborar la referencia para el apartado de “Referencias” del informe científico:

Author, A. A., & Author, A. A. (2011). *Book title*. City, STATE: Publisher.

Lancy, D. F., Bock, J., & Gaskins, S. (2010). *The anthropology of learning in childhood*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.

Para hacer referencia a dicho trabajo en el texto del informe (en cualquiera de los apartados: “Introducción”, “Método”, “Resultados” o “Discusión”) se requieren solo los apellidos de los autores y el año de publicación (i.e., Lancy, Bock, & Gaskins, 2010). Debido a que en este caso los autores del trabajo son más de dos, referencias posteriores en el texto incluirán solo el apellido del primer autor (i.e., Lancy et al., 2010). Por lo tanto, en el caso de referirse al libro en el texto la regla es idéntica que en el caso en el cual el trabajo es un artículo.

*Capítulo de libro editado.* A continuación se presentan la regla general y un ejemplo de la manera de elaborar la referencia para el apartado de “Referencias” del informe científico:

Author, A. A., & Author, A. A. (2011). Chapter title. In E. E. Editor and E. E. Editor (Eds.), *Book title* (pp. 100-200). City, STATE: Publisher.

Gaskins, S., & Paradise, R. (2010). Learning through observation in daily life. In D. F. Lancy, J. Bock, and S. Gaskins (Eds.), *The anthropology of learning in childhood* (pp. 85-118). Walnut Creek, CA: AltaMira Press.

Para hacer referencia a dicho trabajo en el texto del informe (en cualquiera de los apartados: “Introducción”, “Método”, “Resultados” o “Discusión”) se requieren solo los apellidos de los autores y el año de publicación (i.e., Gaskins & Paradise, 2010). Debido a que en este caso los autores del trabajo son dos, referencias posteriores en el texto seguirán incluyendo los nombres de ambos autores (i.e., Gaskins & Paradise, 2010). Por lo tanto, en el caso de referirse al capítulo en el texto la regla es idéntica que en el caso en el cual el trabajo es un artículo o un libro.

*Número de autores.* Es importante hacer hincapié en las reglas existentes en relación al número de autores de un trabajo, independientemente de si se trata de un artículo, un libro o un capítulo de libro. La normativa APA exige que cuando un trabajo tenga uno o dos autores, sus nombres han de aparecer siempre en el texto, todas las veces que se cite el trabajo. En cambio, si los autores son entre 3 y 5, sus nombres aparecen en el texto solo la primera vez, mientras que referencias subsiguientes solo incluyen el nombre del primer autor seguido de “et al.”. Si el trabajo tuviera 6 o más autores, entonces desde la primera referencia se especifica solo el nombre del primer autor seguido de “et al.”. Dichas reglas hacen referencia solo al texto principal, pero no al apartado propio de “Referencias”, donde han de aparecer los nombres de todos los autores, a menos que sean más de 6, en cuyo

caso, tras el sexto autor se utiliza “...” seguido del último autor.

Diferencias en función del idioma. Por último, es importante hacer hincapié en que la manera de elaborar referencias presentada corresponde a los informes escritos en inglés, aunque también es aceptable cuando se trata de textos en castellano o catalán. Sin embargo, es más apropiado que las referencias se elaboren en el mismo idioma que el texto. Los principales cambios en el estilo son dos: a) los nombres del penúltimo y el último autores no se separan mediante el símbolo &, sino mediante “y” en castellano e “i” en catalán; b) para señalar el libro del que forma parte un capítulo “In” se reemplaza por “En” en castellano y “A” en catalán.

## Descripción de las tareas

1. Acceder a algunas de las bases de datos de Psicología y áreas afines con la finalidad de conocer cómo manejarse en ellas en temas como:
  - a) Definir los criterios de la búsqueda bibliográfica;
  - b) Identificar artículos de interés;
  - c) Acceder a dichos artículos en su formato digital;
  - d) Comprobar la necesidad de consultar literatura científica en inglés debido a su escasez en castellano y catalán y para acceder a los conocimientos más actuales y relevantes que, por regla general, se publican en inglés.
2. Buscar artículos relacionados con el tema seleccionado para el trabajo tutorizado de la asignatura; acceder a los que sean de interés.
3. Elaborar la referencia de los artículos identificados o accedidos para empezar a adelantar uno de los apartados del informe escrito. Reflexionar sobre cómo se haría la referencia a dichos artículos en el texto en función del número de autores.

## Material para realizar la práctica

- Bases de datos a las que está suscrita la Universidad.



## **Lecturas complementarias**

Nestor, P. G., & Schutt, R. K. (2012). *Research methods in Psychology*. London: Sage. (Capítulo 2).

## Bloque II

# Técnicas de recogida de datos

Hay diversas maneras de recoger evidencias empíricas en el contexto de las ciencias del comportamiento. El conjunto de prácticas incluidas en este bloque no pretende ser exhaustivo, sino que está diseñado para enfocar los principales instrumentos y procedimientos. El lector podrá advertir que algunas de las prácticas incluidas en otras secciones también requieren recoger datos previamente para embarcarse, posteriormente, en el análisis estadístico.

En el presente bloque incluimos ejemplos de las tres estrategias metodológicas: observación, enfoque selectivo/correlacional y experimentación. También hemos incluido una práctica relacionada con el análisis de redes sociales, como uno de los procedimientos de recogida de datos que se centra en grupos y no en individuos. Confiamos en que el lector entenderá claramente que cada una de estas técnicas puede ser la “mejor opción” según los objetivos de la investigación. Adicionalmente, integrando los contenidos de las diferentes secciones, el lector podrá averiguar que la técnica de análisis de datos se relaciona de forma más estrecha con el tipo de datos recogidos (i.e., con la escala de medida), mientras que la validez interna está ligada a la estrategia metodológica, la validez externa a la técnica de muestreo y la validez ecológica al contexto de medida y la tarea que se requiere que los participantes ejecuten.

Finalmente, este bloque termina con la fase del proceso de investigación que sirve de vínculo entre la recogida y el análisis de los datos: la organización de la información en matrices de datos. Se ofrecen algunas ideas sobre cómo los datos suelen disponerse y qué tipo de comprobaciones iniciales pueden llevarse a cabo para evitar resultados incorrectos o confusos debido a errores en la manera de introducir los datos.

## Capítulo 3

# Observación

### Introducción

La observación que se llevará cabo se centra en un tema eminentemente psicológico, como son las habilidades sociales. Éstas están estrechamente relacionadas con las conductas asertivas que según [Lazarus \(1973\)](#) incluyen las capacidades de decir “no”, pedir favores, expresar sentimientos positivos y negativos, iniciar, mantener y terminar conversaciones. Las habilidades sociales se manifiestan en los patrones de comunicación que se consideran deseables dentro del marco de una cultura y teniendo en cuenta factores tales como el contexto (e.g., familiar, profesional), el rol de las personas dentro de éste, su edad, etc. Se trata, por lo tanto, de conductas que se podrían etiquetar como adecuadas teniendo en cuenta la situación y las características de las personas implicadas. Más que los aspectos estructurales de la conducta, lo que prima es su eficacia en la situación, es decir, las consecuencias de ésta - si la persona cuya competencia social se está valorando consigue su propósito o no. Estos propósitos hacen referencia a mantener o mejorar la relación con la persona con la cual se está interactuando o mejorar la autoestima, pero sin dañar.

Un tema relacionado con las habilidades sociales es el del lenguaje no verbal, que representa canales de comunicación igualmente (o más) útiles que el contenido de las palabras. Entre los aspectos de la comunicación no verbal que ayudan a reforzar el mensaje que una persona quiere transmitir hay que destacar las expresiones faciales, los gestos con las manos, así como también la voz con la que se emite el mensaje. Dichos aspectos son útiles no sólo para favorecer la interpretación del mensaje por parte del interlocutor, sino también para detectar inconsistencias e intentos de engaño.

En la presente práctica nos centraremos en la conducta de personas que in-

teractúan en el marco de dos contextos sociales diferentes. En estos contextos, podríamos registrar cómo se comportan estas personas tanto a nivel verbal como no verbal y, en función de los objetivos que les atribuimos, podríamos valorar si muestran habilidades sociales en estas situaciones o no.

## Objetivo de la práctica

El objetivo de la presente práctica es realizar una observación, acompañada de dos tipos de registro que permiten obtener información a partir de la observación. Se trata de dos maneras propias de los inicios de un estudio observacional y que, en los sucesivos pasos del proceso de categorización, llevarán a sistematizar el instrumento de observación. Se pretende que los estudiantes sigan estos pasos, hasta el sistema de categorías que representa la culminación del proceso de categorización.

### Situación 1

Una práctica habitual entre psicólogos es que uno, si está iniciándose en la profesión o enfrentándose a un caso especialmente difícil, solicite supervisión a un compañero suyo, siendo este segundo más experto. Imagine que se ha dado este tipo de demanda por parte del psicólogo que aparece en el vídeo 1, consultando éste específicamente sobre sus habilidades comunicativas a la hora de utilizarlas en su tarea profesional. El supervisor y el psicólogo deciden conjuntamente que una manera adecuada de obtener información sobre las habilidades comunicativas sería grabando las sesiones de terapia con un cliente específico con quien el psicólogo ha empezado a trabajar hace poco.

#### Situación 1: Tareas

1. Visualice el vídeo 1 y realice un registro narrativo de la comunicación por parte del psicólogo, incluyendo todos aquellos aspectos que considere necesarios. (No hay indicaciones más precisas porque se trata de la primera toma de contacto con el psicólogo y las conductas de éste son objeto de estudio).
2. Parta de la perspectiva que el psicólogo pretende conseguir como objetivo ganarse la confianza del cliente y convencerlo en una idea. Realice el registro descriptivo a partir del narrativo, considerando cómo el psicólogo responde o provoca las diferentes conductas del cliente.
3. Obtenga la “lista de rasgos” - todas las conductas observables centrales, sin repetir.
4. Organice las diferentes conductas de la lista en un “catálogo” - agrupándolas en función del nivel de respuesta (más molecular) o de otro criterio sustantivo

como el objetivo que perseguía el psicólogo, supuestamente, con cada conducta suya (más molar).

5. Seleccione y plantee las preguntas de forma que se cumplan las características de un sistema de categorías que pueda ser utilizado de forma objetiva para el estudio de las conductas del psicólogo.

### **Situación 1: Preguntas a razonar y contestar**

1. ¿Por qué se ha optado por la observación como técnica de registro?
2. ¿Por qué se grabarán únicamente las sesiones con uno de los clientes del psicólogo? ¿Qué tipo de muestreo de momentos para la observación sugeriría para la situación tal y como se ha descrito?
3. Tal y como se ha realizado la observación en la que se utilizó el registro descriptivo, ¿de qué tipo es la observación en cuanto al grado de participación?
4. Imaginando que las situaciones fueran como están descritas aquí ¿habría reactividad en el sujeto observado?
5. En función de la manera de agrupar las conductas de la lista de rasgos, ¿qué enfoque se está siguiendo en la observación - ético o émico?
6. ¿Cómo se podría controlar que la información subjetiva no dependiera exclusivamente de la interpretación subjetiva del supervisor?
7. ¿Cómo se podría obtener información sobre si las habilidades comunicativas del psicólogo han mejorado tras la intervención? ¿Qué fuentes se podrían consultar?
8. ¿Hay algún aspecto ético que se tenga que considerar en esta situación?

### **Situación 2**

Imagine que un cliente pide consulta a un psicólogo para mejorar sus habilidades sociales en sus relaciones cotidianas. El psicólogo y el cliente deciden conjuntamente que, para obtener información, el cliente lleve una cámara escondida que grabe sus interacciones para tener una base inicial de los puntos fuertes y a mejorar de su cliente para saber, a partir de ahí, dónde y cómo intervenir. Las grabaciones también serán útiles a la hora de monitorizar el progreso del cliente una vez que el psicólogo le haya enseñado técnicas encaminadas a mejorar sus habilidades sociales.

### **Situación 2: Tareas**

1. Visualice el vídeo 2. Parta de la intención supuesta del cliente que es que la protagonista femenina baje del tren con él. Mientras está visualizando el vídeo, haga el registro descriptivo de la conducta central del protagonista masculino,

incluyendo las conductas antecedentes y consecuentes de la protagonista femenina.

2. Considerando que las habilidades sociales requieran que el cliente tenga en cuenta las conductas de su interlocutora para comprobar si los objetivos y deseos de ambos están alineados, valore las habilidades sociales del personaje del segundo vídeo en una escala de 1 a 5.
3. Tenga en cuenta los diferentes niveles de respuesta a la hora de hacer el registro y comente su importancia en la comunicación entre los personajes.

### **Situación 2: Preguntas a razonar y contestar**

1. ¿Por qué se ha optado por la observación como técnica de registro?
2. ¿Qué tipo de muestreo de momentos para la observación sugeriría para esta situación?
3. Tal y como se ha realizado la observación en la que se utilizó el registro descriptivo, ¿de qué tipo es la observación en cuanto al grado de participación?
4. Imaginando que las situaciones fueran como están descritas aquí ¿habría reactividad en el sujeto observado? ¿Qué efectos podría tener esta reactividad, en caso de que se diera?
5. Si el psicólogo pregunta al cliente la intención subyacente a sus conductas a medida que las vaya visualizando en el vídeo, ¿qué enfoque se estaría siguiendo para agrupar dichas conductas - ético o émico?
6. ¿Qué indicadores objetivos se podrían utilizar para valorar si el cliente ha mejorado sus habilidades sociales?
7. ¿Hay algún aspecto ético que se tenga que considerar en esta situación?

## **Material para realizar la práctica**

Observación 1:

Enlace castellano: <https://www.youtube.com/watch?v=R6eoqFbcknY>

Enlace inglés: <https://www.youtube.com/watch?v=UYa6gbDcx18>

Observación 2:

Enlace castellano: <https://www.youtube.com/watch?v=MgIoV4LDQJ0>

Enlace inglés: <https://www.youtube.com/watch?v=DQ8Q6VuyB74>

## Lecturas complementarias

Caballo, V. E. (2007). *Manual de evaluación y entrenamiento de las habilidades sociales* (7ª Ed.). Madrid: Siglo XXI.

Rodríguez Escanciano, I., y Hernández Herrarte, M. (2010). *Lenguaje no verbal: Como gestionar una comunicación de éxito*. A Coruña: Netbiblo.



## Capítulo 4

# Entrevistas

### Objetivo de la práctica

El propósito de esta práctica es crear el guión de una entrevista para recoger información sobre un tema predeterminado. Como es siempre el caso, el guión y el tipo de entrevista han de adecuarse a la información que se desea obtener. Posteriormente, la entrevista se llevará a cabo con el fin de practicar el proceso desde el inicio hasta el final.

El objetivo de la entrevista es conocer las percepciones de los/las compañeros/as sobre la asignatura y cómo se está desarrollando la docencia en el grupo, siendo la finalidad última conseguir que las clases sean atractivas a la vez que útiles para los estudiantes. Sería importante considerar los diferentes intereses que pueden tener los estudiantes en cuanto al ámbito psicológico, así como sus conocimientos de base en relación al temario de la asignatura. Adicionalmente, se deben recoger las ideas de los/las compañeros/as sobre alternativas a la metodología docente. Es posible añadir otros temas que se consideren de interés para el objetivo principal.

### Descripción de las tareas y preguntas de reflexión

1. Decida los temas que se tratarán en la entrevista, incluyendo los sugeridos y otros que se deriven de su propia experiencia/opinión. Sin embargo, hay que tener en cuenta la influencia de sus experiencias a la hora de valorar las respuestas de los participantes (concepto de “reflexividad”).
2. En función del tipo de entrevista escogido según el grado de estructuración: elabore las preguntas o el guión.

- a) ¿Para qué bloques temáticos creó preguntas específicas? ¿Qué tipo de preguntas: abiertas, de valoración, de opción múltiple?
  - b) ¿Qué orden de preguntas y/o bloques temáticos tiene planificado?
  - c) ¿Qué expectativas tiene en este caso en cuanto a la veracidad de la información proporcionada por el/la entrevistado/a? ¿Por qué?
  - d) ¿Qué estrategia utilizaría para motivar a la persona que desea entrevistar si usted fuera el/la profesor/a que pretende obtener la percepción de sus estudiantes?
3. Lleve a cabo la entrevista a un compañero. Adoptar el papel de entrevistado para que su compañero también pueda obtener información sobre su percepción.
- a) ¿Con qué dificultades se encontró el entrevistador y cómo las resolvió? ¿Qué cambiaría si tuviera que hacer la entrevista otra vez? ¿Siguió el entrevistador todos los pasos necesarios o se centró exclusivamente en las preguntas?
  - b) ¿Cuál fue la experiencia del entrevistado?
  - c) ¿Qué tipo de entrevista se utilizó en función de los criterios de clasificación: grado de estructuración, tipo de contenido, tipo de respuestas requeridas del entrevistado, objetivo intensivo o extensivo? ¿Por qué?
  - d) ¿Qué recomendaciones le daría a un entrevistador en cuanto a estrategias para: motivar para participar, mantener la fluidez de la entrevista, conseguir los objetivos de la entrevista, conseguir que la persona entrevistada se muestre nuevamente disponible?
  - e) ¿Habría diferencias si la misma información se intentara obtener a través de un cuestionario?
  - f) ¿Cómo organizaría la información recogida a través de la entrevista?
  - g) Si usted realiza la interpretación de la información que ha obtenido mediante la entrevista que se ha llevado a cabo en la sesión de prácticas, ¿se trataría de una interpretación ética o émica? Para responder, piense en el “tipo de observación” que se da en el caso de esta entrevista.

## Material para realizar la práctica

1. El guión de la entrevista: su formato dependerá del tipo de entrevista.
2. Una opción es hacer apuntes de aquello que se considere más importante de las respuestas del participante. Con tal de no perder información y consi-

derando que cada resumen en los apuntes implica una interpretación de la respuesta o una valoración de lo que es más relevante de ésta, es preferible utilizar grabadora.

## Lecturas recomendadas

Coolican, H. (1999). *Research methods and statistics in psychology* (3rd ed.). London: Hodder & Stoughton. (Capítulo 6).

Riba Campos, C. E. (2007). *La metodología cualitativa en l'estudi del comportament*. Barcelona: Editorial UOC. (Capítulo 2).

## Capítulo 5

# Cuestionarios y encuestas

### Objetivo de la práctica

El propósito de esta práctica es crear un cuestionario que incluya las preguntas relevantes para recoger información sobre un tema predeterminado. Dichas preguntas tienen que adecuarse a las respuestas que se requieren de los participantes. Posteriormente, el cuestionario creado se administrará con el propósito de realizar una prueba piloto, así como practicar el desarrollo y el cierre del proceso de la encuesta. Una vez realizado el estudio piloto, con el cuestionario definitivo, se invita a los estudiantes a que realicen una encuesta para recoger información que posteriormente será analizada e interpretada en el segundo bloque de la asignatura, centrado en la estadística descriptiva univariante y bivariante. Se pretende, por lo tanto, que los alumnos sigan, a pequeña escala, todo el proceso de una investigación a través de una encuesta.

El objetivo de la encuesta es conocer las razones por las cuales los estudiantes de Psicología han elegido dicho grado para su formación universitaria. Sería importante considerar la diversidad de estudiantes que están cursando la carrera, en cuanto a las principales variables demográficas, así como las diferencias en sus estudios de procedencia. Adicionalmente, se debe recoger la valoración de los participantes en la encuesta (a poder ser cuantificable) del grado de Psicología a partir de las experiencias. Se deja libertad a los estudiantes para que incluyan preguntas sobre otros bloques temáticos que les sean de interés.

## Descripción de las tareas

1. Cree las preguntas que hacen referencia a los bloques temáticos: características demográficas de los participantes, razones para estudiar Psicología, estudios de procedencia y percepciones en relación al grado a partir de la experiencia propia. Hay que considerar si hay otras variables de interés, relacionadas con el objetivo planteado, que se pueden incluir en el cuestionario. Decida el tipo de pregunta utilizada (e.g., abierta con mucho o poco espacio para contestar, escoger entre alternativas excluyentes o no, verdadero/falso, valorar el grado de acuerdo con el enunciado mediante una escala tipo Likert o una escala analógica visual, valorar la frecuencia, ordenar en función de la preferencia) en función del tipo de información que se desea obtener y de cómo dicha información podría ser tratada posteriormente.
  - a) ¿Qué tipos de preguntas ha incluido en el cuestionario? ¿Por qué?
  - b) ¿El cuestionario es unidimensional o multidimensional?
  - c) ¿Están todos los enunciados que impliquen una escala tipo Likert redactados en el mismo sentido, positivo o negativo? ¿Qué tipo de redactado sería más apropiado? ¿Cómo afecta esto al análisis de las respuestas?
2. Decida el orden de las preguntas.
3. Elabore también una apertura y un cierre del cuestionario, seleccionando la información que dichos elementos han de contener. Decida si la apertura y el cierre quedarán patentes por escrito en función de cómo será administrado a los participantes.
4. ¿Con qué dificultades se ha encontrado a la hora de crear el cuestionario? ¿Cómo las ha resuelto?
5. Estudio piloto en clase: aplique el cuestionario creado a 5 compañeros/as con la finalidad de detectar posibles puntos de mejora en el instrumento. Recoja y guarde la información.
  - a) ¿Qué ha de hacer para saber si su cuestionario presenta algún problema?
  - b) ¿Realizó el cuestionario de forma escrita u oral? ¿Por qué? En función de esta experiencia ¿cómo tiene planeado llevar a cabo la encuesta con los 10 estudiantes (punto 8)?
  - c) ¿Con qué dificultades se ha encontrado a la hora de aplicar el cuestionario? ¿Cómo las ha resuelto?
6. Reflexione sobre cómo puede organizarse la información obtenida.
  - a) ¿Cuáles son los resultados principales que ha obtenido en cuanto a las razones de estudiar Psicología? ¿Puede explicar, de forma tentativa, es-

- tos resultados a partir de las otras variables incluidas en el cuestionario?  
¿Qué otros factores cree que se deberían considerar para mejorar esta explicación?
- b) ¿Podría haberse aplicado una entrevista? ¿Cuáles serían las principales diferencias en la información obtenida?
- c) ¿Cuál es la escala de medida de las diferentes piezas de información?
7. ¿Qué reglas generales debería seguir a la hora de: a) redactar preguntas; b) acercarse a los participantes; c) interpretar la información?
8. Ejercicio fuera de clase: aplique el cuestionario a 10 estudiantes de Psicología - su selección (i.e., criterios de inclusión, forma de seleccionarlos) depende de los objetivos concretos que se plantee cada alumno.
9. Tarea para más adelante: cree la base de datos correspondiente a los 10 estudiantes que han participado en el estudio.

## Material para realizar la práctica

Lo único que se requiere es un bolígrafo y papel, además de los conocimientos sobre cuestionarios y encuestas.

## Lectura recomendada

Nestor, P. G., & Schutt, R. K. (2012). *Research methods in Psychology*. London: Sage. (Capítulo 5).

## Capítulo 6

# Redes sociales

### Objetivo de la práctica

El propósito de esta práctica es estudiar las relaciones que se dan en cada grupo de trabajo formado al azar dentro del marco de la asignatura. En primer lugar, se practicaría la manera de obtener información a nivel grupal, con el objetivo de conocer una técnica más de recogida de datos, siendo la relación el interés principal en el Análisis de Redes Sociales, mientras que los atributos personales tienen un papel secundario. En segundo lugar, se utilizarán representaciones gráficas y resúmenes numéricos con tal de ilustrar su significado en un caso real. Estas gráficas y los índices cuantitativos permitirán caracterizar la red en cuanto a su densidad y centralidad, además de la posibilidad de identificar diferentes roles de los actores en la red.

### Descripción de las tareas

1. Antes de la sesión hay que rellenar las Fichas que se presentan en el apartado “Material para realizar la práctica: Fichas que se han de rellenar” y hacérselas llegar al profesorado para que construya la matriz de datos.
2. A partir de la información proporcionada, se seleccionará(n) alguno(s) de los grupos aleatoriamente para trabajar con su información el día de la práctica. Los datos se presentarán de forma que se mantenga el anonimato de las personas.
3. Utilizando las respuestas referentes a la segunda columna de la Ficha 1, construya una matriz que sólo tenga en cuenta con quién volvería (1) o no

- (0) a trabajar conjuntamente cada persona.
4. Utilizando las respuestas referentes a la tercera columna de la Ficha 1, construya la matriz que se base en la afinidad percibida, i.e., a partir de medidas ordinales (“digrafos valorados”).
  5. Introduzca las dos matrices de relaciones y las dos matrices de atributos (una para “lengua materna” y otra para “país de procedencia”) en el programa Pajek (Batagelj y Mrvar, 2004), que se puede descargar de <http://pajek.imfm.si/doku.php>.

### *Creación de matrices de datos*

Se puede utilizar una de las siguientes dos maneras para crear las matrices que contienen las relaciones entre los nodos.

- Primera opción: Lectura de archivos de datos.

Esta opción es especialmente útil para matrices grandes y requiere crear previamente un documento con extensión *.net*. Se puede crear mediante el Bloc de notas. Es necesario que tenga una estructura determinada.

Imagine que la matriz contuviera, por ejemplo, la siguiente información sobre un grupo de 5 personas:

$$X = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

A continuación se muestra una manera intuitiva de representar la información en el documento *.net*. Solo hace falta especificar que se dispone de 5 vértices y cada línea es un vértice. Más abajo se introduce la información en formato de matriz:

```
\Vertices 5
1 "V1"
2 "V2"
```



```
3 "V3"  
4 "V4"  
5 "V5"  
*Matrix  
0 0 1 1 0  
1 0 1 1 1  
0 0 0 1 0  
0 0 0 0 0  
1 0 1 1 0
```

Para utilizar la matriz así creada en Pajek hay que clicar: **File** → **Network** → **Read...** y localizar el fichero.


- Segunda opción: Creación de matrices mediante el menú de Pajek.

Esta opción es viable cuando la matriz contiene pocos nodos y/o entre ellos hay pocas relaciones existentes. Esto es así, debido a que las ausencias de relación (i.e., los valores iguales a 0) no se codifican. Por la misma razón no es necesario codificar los valores de la diagonal principal, puesto que a cada participante no se le pregunta sobre él/ella mismo/a. Los pasos para la creación de la matriz con Pajek son:

1. Crear una red vacía con 5 nodos para, posteriormente, introducir manualmente la información de los arcos.

**Network** → **Create new network** → **Empty network** → **Enter number of vertices** = 4

2. Introducir los datos nodo por nodo (Figura 6.1):

**File** → **Network** →  **View/Edit**

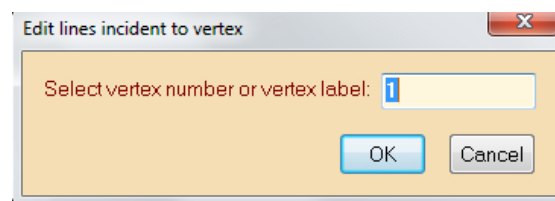


Figura 6.1: Detalle de la pantalla de edición de vértices con Pajek.

Por ejemplo, para el vértice 1, se pueden introducir las relaciones sin que se tenga en cuenta la direccionalidad (i.e., cuando la matriz es

simétrica, mediante los denominados (*edges*). Esto se consigue especificando solamente el número del vértice con el cual el vértice 1 está conectado, sin utilizar signos. En cambio, cuando las relaciones son dirigidas, hay que utilizar el signo menos ( $-$ ) para representar una relación que va desde el vértice 1 (como emisor) hasta el vértice 4 (como receptor), como el ejemplo que se presenta a continuación (Figura 6.2).

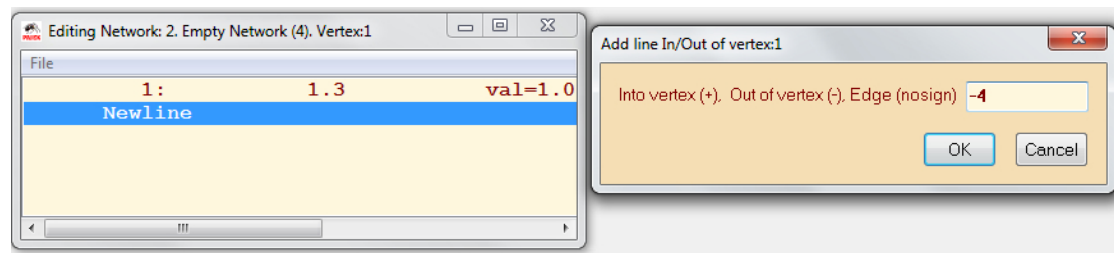


Figura 6.2: Detalle de la pantalla de introducción de datos correspondientes a relaciones dirigidas entre nodos mediante Pajek.

En cambio, si tratáramos al vértice 1 como receptor o partícipe y éste fuera el objeto de una relación dirigida por el nodo 4, entonces la relación se especificaría mediante el signo más ( $+$ ), como se presenta a continuación (Figura 6.3). Nótese que no es necesario especificar nada para aquellos casos en los que no hay relación (i.e., los 0 se rellenan automáticamente).

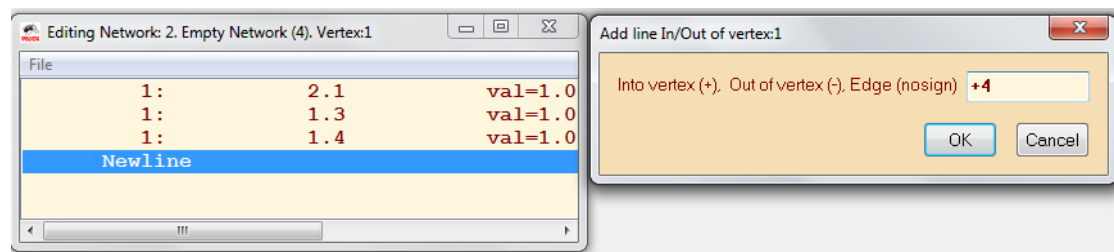


Figura 6.3: Detalle de la pantalla de introducción de datos correspondientes a relaciones recibidas entre nodos mediante Pajek.


3. Repetir la misma operación para todos los nodos. La información se puede ir introduciendo de la manera que se presenta a continuación. Es decir, para cada nodo siguiente solamente hace falta introducir la información respecto a los nodos con número posterior (e.g., para el nodo 3 ya se dispone de información sobre sus relaciones con los nodos 1 y 2 y, por lo tanto, solo se han de entrar las relaciones que tenga con los nodos 4 y 5).

### *Creación de matrices de atributos*

$$X = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

NODO 1  
 NODO 2  
 NODO 3  
 NODO 4  
 NODO 5

Figura 6.4: Información sobre los nodos de la sociomatrix de ejemplo.

Para crear las matrices de atributos hay que utilizar el menú **Partition** → **Create constant partition**. Posteriormente se clica sobre el icono  **View/Edit Partition**. Mediante “Val” se asigna el número que representa un atributo y mediante “Label” se especifica la etiqueta del atributo. Hay que crear dos matrices separadas, una para la “lengua materna” y otra para “país de procedencia”.

6. Realice las representaciones gráficas de ambas matrices mediante Pajek y comente sus diferencias.

Para representar la matriz gráficamente utilice **Draw** → **Network**. En la nueva ventana que se abre, se puede utilizar para representar de forma más completa la información de las matrices:

- a) **Options** → **Mark vértices using** → **numbers**;
- b) **Options** → **Lines** → **Different widths**;
- c) **Options** → **Colors** → **partition colors** → **for vertices** (color en función de atributo).

7. Calcule los principales índices numéricos: grado y centralidad de intermediación de cada nodo; densidad, centralización y k-núcleo de la red.

**Grado de cada nodo** ( $n^0$  relaciones; permite distinguir grado de entrada y de salida): **Network** → **Create partition** → **Degree** → **All**. El resultado aparece en **Partitions**. Mediante un doble click sobre el nombre en la pestaña se ve el grado.

Centralidad de **intermediación** de cada nodo: **Network** → **Create vector** → **centrality** → **betweenness**. El resultado aparece en **Vectors**. Median-

te un doble click sobre el nombre en la pestaña se ve el grado de intermediación de cada uno.

**Densidad de la red y grado medio:** Network → Info → General: density2 (no loops / self-relations).

**Centralización de la red:** Network → Create vector → centrality → closeness → all. La centralización de cercanía de la red aparece en el “report” que aparece automáticamente, i.e., cuanto más cerca de 1 más parecido a la red estrella.

**k-núcleo de la red:** Network → Create partition → k-núcleo → All. El resultado aparece en Partitions. Mediante un doble click sobre el nombre en la pestaña se ve a qué núcleo(s) pertenece cada vértice/actor.

8. Dé sentido a la información obtenida.

## Material para realizar la práctica: Fichas que se han de rellenar.

### *Ficha 1: Relaciones entre los estudiantes del grupo*

Definiciones:

¿Volvería?: Ud. ha de contestar, para cada compañero/a de su grupo de trabajo tutorizado, si, en caso de poder elegir volvería a trabajar con esta persona (contestar S) o no (contestar N).

Afinidad: utilice una escala graduada de 0 a 5 según el grado en que se siente cercano (e.g., en cuanto a manera de ser, ideología, estilo de trabajo) a cada compañero/a de su grupo de trabajo tutorizado. Para valorar la intensidad considere su propia percepción de la relación, independientemente de la supuesta percepción del/la compañero/a en cuestión.

Nombre:

\* Se mantendrá el anonimato de todas las personas (las que contestan y sus compañeros/as), asignando números aleatorios a las personas a la hora de utilizar los

| Compañer@* | ¿Volvería? (S/N) | Afinidad (0-5) |
|------------|------------------|----------------|
|            |                  |                |
|            |                  |                |
|            |                  |                |

datos para la práctica.

### *Ficha 2: Información personal*

Nombre:

Edad: \_ \_

Localidad de residencia:

País de nacimiento:

Lengua materna:

## **Para razonar y contestar: Sobre las matrices de clase**

1. ¿Es binaria alguna de las dos matrices? ¿Es simétrica alguna de las dos matrices?
2. Empezando por un indicador a nivel de grupo, ¿con qué concepto psicológico podría estar relacionada la densidad de una red?
3. Centrándonos en otro indicador a nivel de grupo, ¿con qué concepto psicológico podría estar relacionado el grado de centralización de una red?
4. ¿Considera que los indicadores grupales son buenas representaciones de lo que pasa a nivel de todo el grupo?
5. A nivel individual, ¿con qué fenómeno psicológico podría estar relacionada la centralidad de intermediación de un nodo?
6. ¿Con qué fenómeno psicológico podría estar relacionada la existencia de k-núcleos? ¿A cuál de los dos niveles de análisis anteriormente mencionados pertenece este indicador?
7. ¿A qué podría deberse que la red tenga las características que tiene?
8. Teniendo en cuenta la información sobre la afinidad, ¿dónde habría que intervenir para mejorar la dinámica en el grupo?

## Para razonar y contestar: Preguntas “teóricas”

1. ¿En qué tipo de grupo sería más eficiente que el/la profesor/a suelte un rumor sobre algún capítulo que sale en el examen (para que los estudiantes se lo lean)? ¿A quién de los actores se ha de dirigir el/la profesor/a?
2. ¿Cuál es el tipo de muestreo a utilizar para llegar al máximo de personas del grupo?
3. ¿Qué actores de la red podrían ser utilizados para mediar entre subgrupos?
4. ¿Qué actores relativamente aislados (con pocas relaciones directas) podrían acceder a más recursos del grupo?

## Lecturas complementarias

Hanneman, R. A. (2000). *Introducción al análisis de redes sociales*. Universidad de California Riverside. Recuperado 20 de Julio de 2014 de <http://revista-redes.rediris.es/webredes/apartadodeMateriales>.

Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. Riverside, CA: University of California, Riverside. Recuperado 20 de Julio de 2014 de <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>.

de Nooi, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2005). *Exploratory social networks analysis with Pajek*. London, UK: CUP.

## Capítulo 7

# Experimentos: El efecto Stroop

### Introducción

El estudio experimental de las interferencias a la hora de llevar a cabo tareas que implican el funcionamiento cognitivo ha abarcado asociaciones entre diferentes tipos de estímulos - hábitos, sílabas, tarjetas, libros, etc. Como fundamento de los estudios sobre la interferencia entre dos tipos de codificación (palabras y colores), hay que mencionar la evidencia de que la tarea de nombrar un color y la tarea de leer nombres de colores requieren diferente cantidad de tiempo. Estos resultados se han atribuido a efectos de práctica, a la naturaleza distinta de los procesos asociativos que requiere cada tarea, etc. Los estudios de [Stroop \(1935\)](#) se basan en estímulos que consisten en palabras con significado que hacen referencia a colores (e.g., la palabra “rojo”, la palabra “verde”), estando estos estímulos escritos en diferentes colores. Los objetivos de estos estudios se centran sobre todo en comparar las condiciones en las cuales la palabra denota el color en que ésta está escrita (estímulos concordantes) con las condiciones en las cuales el significado de la palabra y el color entran en conflicto (estímulos discordantes). En la presente práctica se pretenden replicar los hallazgos disponibles, siempre teniendo en cuenta que las condiciones experimentales en un aula de universidad no pueden ser equivalentes a las de un laboratorio en cuanto al grado de control.

Con el propósito de realizar el experimento se utiliza un diseño factorial mixto. Se forman al azar dos grupos de participantes - uno que tiene como tarea nombrar el color y el otro nombrar la palabra. Por consiguiente, el tipo de tarea es una de las variables independientes (factores). Ambos grupos pasan por dos condiciones según el tipo de estímulo (la segunda variable independiente) - estímulos concordantes y estímulos discordantes. Mientras que el primer factor es de agrupación, el segundo es de medidas repetidas, lo que hace que el diseño sea factorial mixto. En cuanto a las medidas repetidas, se utiliza la técnica de contrabalanceo para dis-

tribuir equitativamente el efecto del orden: la mitad de cada grupo, seleccionada aleatoriamente, seguirá el orden estímulo concordante - estímulo discordante y la otra mitad el orden inverso.

## Descripción del experimento

1. Dividir el grupo en dos: experimentadores y participantes. Se identifica a cada estudiante de forma correlativa mediante un número. Siendo el total de estudiantes igual a  $n$ , se pueden seleccionar aleatoriamente la mitad de los estudiantes para que sean experimentadores mediante el programa estadístico R. El ejemplo que se presenta a continuación es para un grupo de 80 personas. Adviértase que hay que utilizar muestreo sin reposición (la opción `replace` tiene el valor `FALSE`):

```
n <-80
sample(1:n, (n/2), replace=FALSE)
```

2. Cada experimentador recibe las dos listas de estímulos: A y B.
3. Los experimentadores se identifican con números nuevos: ahora entre 1 y  $n/2$ . Mediante el siguiente código de R se selecciona que la mitad de los experimentadores pidan a sus participantes que nombren el color, mientras que la otra mitad nombrarán la palabra:

```
sample(1:(n/2), (n/4), replace=FALSE)
```

4. Utilizando los mismos números entre 1 y  $n/2$  se realiza una nueva selección al azar mediante R: la mitad de los números que se generen representan a los experimentadores que aplicarán las listas en el orden A-B; el resto recibirá las listas en el orden B-A.

```
>sample(1:(n/2), (n/4), replace=FALSE)
```

## Tareas del experimentador

1. El experimentador proporciona las instrucciones sobre el experimento al participante y ofrece aclarar dudas en caso de que surjan antes de empezar el experimento.
2. Se presentan, de uno en uno, los estímulos a los participantes (los de prueba y los que forman la parte del experimento en sí) y se mide con el cronómetro del móvil el tiempo que se tarda en realizar cada tarea. Hay que anotar también si se trata de un error.



3. Se obtiene el número de errores y el tiempo promedio invertido en contestar, por separado para aciertos y errores.
4. Se invierten los roles de experimentadores y participantes.

## **Material para realizar el experimento: A entregar a cada experimentador**

### *Recogida de datos a través del experimento*

1. Ponga el nombre del participante y del experimentador.
2. Especifique si la tarea consiste en nombrar el color o la palabra.
3. Lea las instrucciones al participante.
4. En cada caso especifique si la primera lista de estímulos es la A o la B, ídem para la segunda.
5. Realice los 8 ensayos de prueba.
6. Rellene el tiempo que se tarda en dar una respuesta.
7. Marque la casilla del error sólo si éste se ha producido.
8. Realice los 40 ensayos del experimento.
9. Rellene el tiempo que se tarda en dar una respuesta.
10. Marque la casilla del error solo si éste se ha producido.
11. Calcule el promedio de tiempo y el número total de errores para cada lista.

### *Instrucciones para los participantes: Tarea nombrar colores:*

A continuación se le presentarán una serie de estímulos que consisten en palabras escritas en diferentes colores. Su tarea es nombrar el color en el que cada estímulo está escrito. Intente responder con la mayor rapidez posible y al mismo tiempo procure no cometer errores. En primer lugar, se le presentarán unos ensayos de prueba para que se familiarice con la tarea. Posteriormente, empezará el experimento. Si tiene alguna duda sobre la tarea, pregunte al experimentador. Recuerde que su participación en el experimento es voluntaria y, por lo tanto, puede abandonar en cualquier momento si así lo desea. Gracias por la participación.

*Instrucciones para los participantes: Tarea nombrar palabras:*

A continuación se le presentarán una serie de estímulos que consisten en palabras escritas en diferentes colores. Su tarea es nombrar la palabra, independientemente del color en cual está escrita. Intente responder con la mayor rapidez posible y al mismo tiempo procure no cometer errores. En primer lugar, se le presentarán unos ensayos de prueba para que se familiarice con la tarea. Posteriormente, empezará el experimento. Si tiene alguna duda sobre la tarea, pregunte al experimentador. Recuerde que su participación en el experimento es voluntaria y, por lo tanto, puede abandonar en cualquier momento si así lo desea. Gracias por la participación.

Tabla 7.1: Plantilla de ejemplo para la recogida de datos en el experimento del efecto Stroop. NOTA:  $\bar{T}$  = tiempo promedio de respuesta en los ensayos;  $A$  = aciertos y  $E$  = errores.

|   |        |                 |                                |                 |
|---|--------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| Participante: _____ Experimentador: _____ |        |                 |                                |                 |
| Tarea: Nombrar _____                      |        |                 |                                |                 |
| Primera lista: _____                      |        |                 | Segunda lista: _____           |                 |
| <b>Ensayos de prueba</b>                  |        |                 | <b>Ensayos de prueba</b>       |                 |
| Nº  | Tiempo | Error (X si Sí) | Tiempo                         | Error (X si Sí) |
| 1   |        |                 |                                |                 |
| 2   |        |                 |                                |                 |
| 3   |        |                 |                                |                 |
| 4   |        |                 |                                |                 |
| 5   |        |                 |                                |                 |
| 6   |        |                 |                                |                 |
| 7   |        |                 |                                |                 |
| 8   |        |                 |                                |                 |
| <b>Ensayos del experimento</b>            |        |                 | <b>Ensayos del experimento</b> |                 |
| Nº  | Tiempo | Error (X si Sí) | Tiempo                         | Error (X si Sí) |
| 1   |        |                 |                                |                 |
| 2   |        |                 |                                |                 |
| 3   |        |                 |                                |                 |
| 4   |        |                 |                                |                 |
| 5   |        |                 |                                |                 |
| 6   |        |                 |                                |                 |
| 7   |        |                 |                                |                 |
| 8   |        |                 |                                |                 |
| 9   |        |                 |                                |                 |
| 10  |        |                 |                                |                 |
| 11  |        |                 |                                |                 |
| 12  |        |                 |                                |                 |

|    |                     |                     |                     |                     |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 13 |                     |                     |                     |                     |
| 14 |                     |                     |                     |                     |
| 15 |                     |                     |                     |                     |
| 16 |                     |                     |                     |                     |
| 17 |                     |                     |                     |                     |
| 18 |                     |                     |                     |                     |
| 19 |                     |                     |                     |                     |
| 20 |                     |                     |                     |                     |
| 21 |                     |                     |                     |                     |
| 22 |                     |                     |                     |                     |
| 23 |                     |                     |                     |                     |
| 24 |                     |                     |                     |                     |
| 25 |                     |                     |                     |                     |
| 26 |                     |                     |                     |                     |
| 27 |                     |                     |                     |                     |
| 28 |                     |                     |                     |                     |
| 29 |                     |                     |                     |                     |
| 30 |                     |                     |                     |                     |
| 31 |                     |                     |                     |                     |
| 32 |                     |                     |                     |                     |
| 33 |                     |                     |                     |                     |
| 34 |                     |                     |                     |                     |
| 35 |                     |                     |                     |                     |
| 36 |                     |                     |                     |                     |
| 37 |                     |                     |                     |                     |
| 38 |                     |                     |                     |                     |
| 39 |                     |                     |                     |                     |
| 40 |                     |                     |                     |                     |
|    | $\bar{T}(A)$ : __s. | Nº de errores: ____ | $\bar{T}(A)$ : __s. | Nº de errores: ____ |
|    | $\bar{T}(E)$ : __s. | ____                | $\bar{T}(E)$ : __s. | ____                |

## Para razonar y contestar

1. ¿Cómo describiría con una palabra el fundamento de las condiciones en las que se pretende llevar a cabo el experimento?
2. ¿Qué variables de confundido del contexto en el cual se lleva a cabo el experimento podrían influir en sus resultados?
3. ¿Qué variables de confundido propias de los participantes en el experimento podrían influir en sus resultados?

4. ¿En qué se fundamentaría la validez externa de un experimento como el descrito?
5. Tal y como se ha descrito el experimento, ¿el estudio que se lleva a cabo en el aula sigue la vía inductiva o la deductiva?

## Capítulo 8

# Construcción de matrices de datos

### Objetivo de la práctica

La presente práctica se centra en una etapa relativamente mecánica del proceso de investigación: la organización de los datos en tablas o matrices a partir de los registros obtenidos mediante el/los instrumento/s (e.g., sistema de categorías, cuestionario, entrevista, electroencefalograma) utilizados para recoger la información. Aunque se trata de una tarea poco creativa y de carácter más bien repetitivo, es crucial que se lleve a cabo de forma correcta, puesto que todos los análisis posteriores (incluyendo índices estadísticos y gráficos), por muy sofisticados que sean, se basan en la información contenida en las matrices de datos. Por lo tanto, para que los resultados que se presenten en el informe de investigación tengan sentido un requisito inicial y básico es que los datos estén dispuestos sin errores. Posteriormente, como quedará patente en prácticas sucesivas, la validez de los resultados y de las interpretaciones que de éstos se derivan depende del uso correcto de los indicadores numéricos y las representaciones gráficas (e.g., según la escala de medida, según las características de la distribución).

Se elaborarán los dos tipos principales de matrices que se suelen encontrar en estudios psicológicos: a) participantes por variables y b) participantes por participantes, según los objetivos del estudio. La matriz en la cual los participantes se disponen en las filas y las variables en las columnas es, quizás, la más clásica y la que es adecuada en la mayoría de investigaciones, específicamente en aquellas que se centran en los atributos de las personas (e.g., características demográficas, rasgos de personalidad, puntuaciones en pruebas de rendimiento o de diagnóstico) y el objetivo es estudiar si dichos atributos están relacionados entre sí. En cambio, la matriz de participantes por participantes es propia de contextos de investigación

como el Análisis de Redes Sociales, donde la unidad de análisis no es la persona, sino la relación entre pares de individuos (i.e., dentro de cada díada). Por lo tanto, en dichas investigaciones, el aspecto de interés es si, entre cada par de personas, existe una relación y/o la intensidad de las relaciones que existen en las personas. También es posible diferenciar relaciones unidireccionales (donde una de las personas es el emisor y la otra el receptor) y relaciones bidireccionales (i.e., simétricas). Estas relaciones se utilizan para estudiar diferentes características de los grupos como el grado de conectividad, la presencia de individuos con roles específicos o la existencia de subgrupos dentro del gran grupo. Las matrices de participantes por participantes también son las adecuadas cuando el objeto de estudio es la percepción de cada miembro del grupo sobre los demás miembros respecto a alguna cuestión como afinidad percibida o contribución a la tarea. En estos estudios la esencia también son las relaciones dentro de las diferentes díadas.

Es importante subrayar que el hecho de pasar los datos del instrumento (e.g., del cuestionario) a la matriz de datos no es necesariamente el punto final de la organización de los datos para que los análisis requeridos se puedan realizar directamente. Como se verá a la hora de tratar la descripción conjunta de variables categóricas nominales y ordinales, la matriz de participantes por variables ha de reorganizarse en la denominada “tabla de contingencia” que contenga las categorías de una variable en las filas y las categorías de la otra variable en las columnas. Por lo tanto, se podría decir que se genera un tercer tipo de matriz: variable por variable. La decisión sobre el tipo de disposición de datos adecuada se debe basar, como la gran mayoría de las decisiones en el proceso de investigación, en los objetivos del estudio y en los análisis que se quieren llevar a cabo para conseguir dicho objetivo.

Finalmente, se comentarán algunas maneras fáciles para comprobar si los datos se han introducido de forma correcta. El objetivo de este paso denominado “depuración de los datos” es evitar que se introduzcan valores imposibles de las diferentes variables y también evitar omisiones que no sean estrictamente por falta de datos.

## Descripción de las tareas

1. Introduzca las variables de la encuesta que ha realizado, disponiendo a cada participante en una fila diferente y a cada variable en una columna diferente. Tenga en cuenta los siguientes aspectos:
  - a) Es recomendable disponer de una variable que sirva de identificador a los participantes.

- b) Es preferible que las variables nominales se dispongan mediante sus categorías (i.e., utilizando palabras como etiquetas): esto facilita los análisis mediante R-Commander. Sin embargo, si se tuviera que utilizar el paquete estadístico SPSS habría que asignar valores numéricos arbitrarios a las diferentes categorías. Sin embargo, dichos números permiten únicamente la comparación “igual o diferente” propia de las variables nominales.
- c) Previamente a disponer las categorías en algunos casos será necesario haber creado dichas categorías para agrupar las respuestas de los participantes (e.g., para la variable “razones para estudiar Psicología”).
- d) La introducción de las variables ordinales se puede hacer tanto mediante categorías (para las cuales posteriormente se ha de indicar en R-Commander cómo se ordenan), como mediante números (siempre y cuando se tenga en cuenta el significado original de dichos números, es decir, las categorías a las cuales representan).
- e) Las variables cuantitativas se introducen, como es lógico, mediante sus respectivos valores numéricos. Sin embargo, a la hora de realizar los análisis, es importante tener en cuenta cuáles de estas variables son ordinales y cuáles están medidas en escalas de intervalo o razón.

Abajo se proporciona un ejemplo (Tabla 8.1) de cómo podría quedar la matriz de datos.

Tabla 8.1: Ejemplo de matriz de datos para la práctica del cuestionario.

| Participante | Edad   | Género    | Estudios Previos | Ppal. razón para estudiar $\Psi$ | Valoración Grado de $\Psi$ |
|--------------|--------|-----------|------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1            | número | categoría | categoría        | categoría                        | número                     |
| 2            | número | categoría | categoría        | categoría                        | número                     |
| ...          |        |           |                  |                                  |                            |
| N            | número | categoría | categoría        | categoría                        | número                     |

- Introduzca las variables del experimento sobre el efecto Stroop en el cual ha participado, disponiendo a cada participante en una fila diferente y a cada variable en una columna distinta. Tenga en cuenta las sugerencias presentadas anteriormente, con la salvedad de que, tratándose de un único participante, en las filas se representan los diferentes ensayos del experimento.

Abajo se proporciona un ejemplo (Tabla 8.2) de cómo podría quedar la matriz de datos.

Tabla 8.2: Ejemplo de matriz de datos para la práctica del experimento.

| Ensayo | Condición   | Resultado | Tiempo de respuesta           |
|--------|-------------|-----------|-------------------------------|
| 1      | concordante | Error     | Número(segundos.milisegundos) |
| 2      | concordante | Acierto   | Número(segundos.milisegundos) |
| ...    |             |           |                               |
| 40     | concordante | Acierto   | Número(segundos.milisegundos) |
| 41     | discordante | Acierto   | Número(segundos.milisegundos) |
| 42     | discordante | Acierto   | Número(segundos.milisegundos) |
| ...    |             |           |                               |
| 80     | discordante | Error     | Número(segundos.milisegundos) |

- Introduzca los datos referentes a la valoración que cada persona realiza de los demás miembros de su grupo de trabajo tutorizado (como ejemplo vea la plantilla de la Tabla 8.3).

Tabla 8.3: Ejemplo de matriz de datos para la práctica de redes sociales.

|           | Persona 1 | Persona 2 | Persona 3 | Persona 4 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Persona 1 | –         | 5         | 4         | 3         |
| Persona 2 | 1         | –         | 3         | 5         |
| Persona 3 | 4         | 4         | –         | 4         |
| Persona 4 | 4         | 2         | 1         | –         |

- Depure los datos: se sugiere utilizar las posibilidades de análisis estadístico descriptivo de R-Commander.
  - Para variables categóricas: comprobar que las categorías presentes son las que tienen sentido y que esté disponible toda la información para todos los participantes. Se consigue mediante las frecuencias absolutas por categoría siguiendo los menús **Estadísticos** → **Resúmenes** → **Distribución de frecuencias**.
  - Para variables cuantitativas: comprobar que los valores de las variables están dentro de los límites mínimo y máximo lógicos, mediante **Estadísticos** → **Resúmenes** → **Resúmenes numéricos**.
  - Comprobar si hay valores perdidos mediante **Estadísticos** → **Resúmenes** → **Número de observaciones ausentes**.

## Material para realizar la práctica

- Los resultados recogidos mediante la encuesta.



- La hoja del experimentador del experimento sobre el efecto Stroop.
- Las respuestas al ítem sobre el funcionamiento grupal.

## **Bloque III**

### **Modelos de probabilidad**

Este bloque se centra en uno de los temas más abstractos, junto con el concepto de distribución muestral, de todo el temario de Técnicas de Investigación y Estadística: los modelos de probabilidad. Este tema representa también el contenido crítico para entender, entre otros: a) cómo se puede obtener información a partir de la incertidumbre y la falta de determinismo; b) bajo qué condiciones puede obtenerse esta información; y c) exactamente qué información proporcionan las cuantificaciones definidas como “momentos de la distribución”.

Con la finalidad de ilustrar aplicaciones específicas de los modelos de probabilidad más comúnmente utilizados, hemos incluido algunas prácticas que requieren recogida de datos antes de proceder a obtener las cuantificaciones en términos de probabilidades. Se ejemplifican dos de los usos clásicos de las distribuciones binomial y normal, además de una aplicación más reciente de la distribución  $t$  en estudios neuropsicológicos. Esperamos que el lector sea capaz de pensar en más aplicaciones de estos u otros modelos de probabilidad y la información que podrían ofrecer sobre temas sustantivos.

El conocimiento sobre el contenido de este bloque es relevante para la descripción estadística (Bloque IV) dada la relación entre los “momentos” de primer, segundo, tercer y cuarto orden y los índices estadísticos de tendencia central, variabilidad, asimetría y apuntamiento, respectivamente. El contenido es también necesario para la estadística inferencial (Bloque V), puesto que las decisiones estadísticas se hacen sobre la base de los valores  $p$ , obtenidos a partir de los modelos de probabilidad que se supone que representan de forma (aproximada o exacta) adecuada el comportamiento de los estadísticos de prueba utilizados.

## Capítulo 9

# Percepción extrasensorial

### Introducción

Se conoce como *percepción extrasensorial* (PES) a la adquisición de información por un medio distinto a las sensaciones exteroceptivas (i.e., los cinco sentidos clásicos, que permiten poseer información sobre el entorno), las interoceptivas (conectadas con estímulos internos del cuerpo) o las propioceptivas (mediante las cuales se dispone de información sobre la postura, la posición y el movimiento del cuerpo). En ocasiones se refiere la percepción extrasensorial como el *sexto sentido*, pero no es de uso totalmente generalizado.

La *telepatía*, que se define como la transferencia de pensamientos o sentimientos entre personas sin que intervengan los receptores exteroceptivos, se considera una de las formas de la percepción extrasensorial. Partidarios y opositores sobre la posibilidad de transferir información por medio de la telepatía han discrepado durante muchos años y es más que probable que continúen disintiendo a lo largo de un extensísimo período de tiempo. Desde una posición escéptica, no se trata tanto de estar o no de acuerdo sobre la existencia de la telepatía, sino de disponer de pruebas empíricas sobre su certeza. Por tanto, parece razonable sugerir que se realicen experimentos en condiciones controladas de laboratorio a fin de garantizar que, de existir evidencia que induzca a suponer la existencia de la telepatía, los resultados no se puedan atribuir a cualquier otra posible explicación. Así, el método científico y los procedimientos experimentales parecen más que justificables formas de proceder para fundamentar el pensamiento crítico en el presente problema de investigación.

Todo soporte físico de transferencia de información entre un punto emisor y otro receptor es susceptible de presentar errores en la transmisión de la señal.

Esta última característica es relevante, pues es posible aducir que, de idéntica forma, los errores se pueden producir en la transmisión telepática, aunque en esta última no sea evidente el soporte sobre el cual se transfiere la información. Por tanto, si se trata de estudiar un ámbito de la realidad que se caracteriza por la existencia de incertidumbre, los modelos probabilísticos parecen oportunas y razonables representaciones de la realidad, al menos como aproximaciones iniciales.

## Descripción del experimento

Pueden idearse distintos experimentos para contrastar la suposición que establece la existencia de transferencia telepática de información, pero aquí se detallará uno de los más comunes. Un par de salas de un laboratorio, incomunicadas entre sí y aisladas del exterior, se utilizan para ubicar a dos personas, cada una de ellas en una sala distinta. Se referirá a una de estas personas como *emisora* y a la otra como *receptora*, pues, mientras la primera tendrá que concentrarse en una determinada imagen, la segunda deberá tratar de percibir el pensamiento de la primera. Es un requisito imprescindible que las condiciones de las salas impidan cualquier tipo de transferencia de información mediante modo físico alguno.

La tarea experimental se compone de un número de ensayos fijados, es decir, una cantidad establecida de pruebas en que el emisor se concentra en una imagen y el receptor en captar algún tipo de señal. El número de ensayos, que se denotará mediante  $n$ , puede ser variable, pero aquí se supondrá que  $n = 30$ . En cuanto a los estímulos que pueden ser transmitidos, éstos se limitan a cinco posibles, conociendo el receptor que, en cada ensayo, únicamente se puede tratar de uno de esos cinco estímulos posibles. Al respecto, es frecuente recurrir a los cinco estímulos propuestos por el Dr. Karl Zener (véase Figura 9.1), que son claramente diferenciables entre sí. También es frecuente utilizar, como aquí se hará, únicamente tres de las cinco cartas, generalmente las correspondientes al círculo, al cuadrado y al signo de la operación de adición. Así, en cada ensayo, el experimentador selecciona al azar una de las tres *cartas Zener* (círculo, cuadrado o símbolo de adición). Una vez se conoce la carta seleccionada para el ensayo concreto, el emisor es invitado a concentrarse para mantener una imagen vívida de la carta en su mente. Simultáneamente, quizás mediante una señal acústica o luminosa, se indica al receptor que el emisor ya está manteniendo una imagen del estímulo. Por último, se concede un tiempo, que puede ser variable, para que el receptor indique por escrito qué estímulo ha percibido.

En el presente experimento el receptor, uno de los miembros de cada pareja de personas, dispone de 15 segundos para indicar la imagen percibida, siendo condición indispensable que decida entre uno de los tres posibles estímulos en todos y

cada uno de los ensayos realizados. El otro miembro del par de personas realiza la función de emisor, es decir, se concentra en pensar el estímulo indicado para cada ensayo. Además, debe existir una tercera persona que realice la tarea de *experimentador*, debiendo éste rellenar la hoja de registro e indicar al emisor el estímulo en que debe concentrarse (i.e., círculo, cuadrado o signo de adición). Por supuesto, el experimentador debe disponer de una lista, aleatoriamente generadas, en la cual se especifique, para cada ensayo, el estímulo sobre el cual debe concentrarse el emisor. Este proceso se repite en treinta ocasiones, tantas como la cantidad de ensayos que se fijaron.

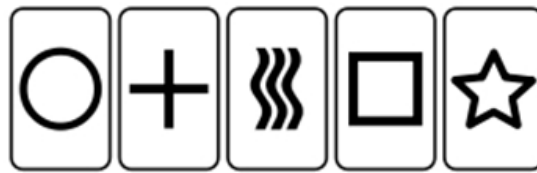


Figura 9.1: Se muestran las conocidas *cartas de Zener*. En el experimento únicamente se utilizarán los símbolos correspondientes al círculo, el cuadrado y el signo de adición.

## Material para realizar el experimento

Para organizar la información, durante la realización del experimento, la Tabla 9.1 se utilizará para registrar los resultados obtenidos, que, con posterioridad, serán analizados.

## Para razonar y contestar

Las preguntas y reflexiones que a continuación se detallan deben ser realizadas, para cada grupo, compuesto por emisor, receptor y experimentador, salvo los puntos 5, 8, 9 y 10, que se realizará conjuntamente para todos los grupos.

1. ¿Cuál es el modelo de probabilidad que representa la variable aleatoria “número de aciertos” si se supone que no existe transmisión telepática alguna? Se deben especificar las razones fundamentales.
2. ¿Cuál es el valor que se espera obtener para cada participante? ¿Se observa este valor en todos los casos del experimento que se ha llevado a cabo? ¿Por qué?
3. ¿El modelo anteriormente identificado es simétrico? ¿Qué implica eso?
4. Para cada par de estudiantes (experimentador y participante):

Tabla 9.1: En la tabla se indicará, además del nombre y primer apellido de las personas que actúan como emisor y receptor, si, para cada ensayo, el receptor acertó (mediante ✓) o no (por medio de ✗), que se especificará en la columna “Resultado”. En “Comentario” se proporcionará la razón por la cual un ensayo debió ser invalidado. Finalmente se contabilizará y escribirá la cantidad total de aciertos.

| Identificación emisor:           |           |            | Identificación receptor:  |           |            |
|----------------------------------|-----------|------------|---|-----------|------------|
| Número total de ensayos: 30      |           |            | Cantidad de estímulos: 3  |           |            |
| Tiempo de respuesta: 15 segundos |           |            | Observaciones: Se utilizan tres cartas Zener (círculo, cuadrado y signo de adición) |           |            |
| Ensayo                           | Resultado | Comentario | Ensayo  | Resultado | Comentario |
| 1                                |           |            | 16  |           |            |
| 2                                |           |            | 17  |           |            |
| 3                                |           |            | 18  |           |            |
| 4                                |           |            | 19  |           |            |
| 5                                |           |            | 20  |           |            |
| 6                                |           |            | 21  |           |            |
| 7                                |           |            | 22  |           |            |
| 8                                |           |            | 23  |           |            |
| 9                                |           |            | 24  |           |            |
| 10                               |           |            | 25  |           |            |
| 11                               |           |            | 26  |           |            |
| 12                               |           |            | 27  |           |            |
| 13                               |           |            | 28  |           |            |
| 14                               |           |            | 29  |           |            |
| 15                               |           |            | 30  |           |            |
| <b>TOTAL ACIERTOS:</b>           |           |            |   |           |            |

- a) Calcule la probabilidad de que se dé exactamente el número  $k$  de aciertos que se observó si no existiera transmisión telepática (i.e., utilizando el modelo identificado en la pregunta 1).
  - b) Calcule la probabilidad de que se den  $k$  o más aciertos. ¿Por qué puede ser interesante dicha probabilidad?
  - c) Si el número de aciertos fuera igual a 10, ¿se podría considerar que se dispone de suficiente evidencia empírica a favor de la existencia de transmisión telepática? Tanto si la respuesta es afirmativa como negativa, ¿en qué se fundamenta la conclusión?
5. ¿Qué cantidad mínima de aciertos se considera que podría aceptarse como una fuerte evidencia empírica a favor de la existencia de transmisión telepática?
  6. Si se ha encontrado un resultado “poco probable”, ¿cada cuántos casos tendría que darse dicho resultado para considerar que es fruto del azar?
  7. ¿A qué conclusión se llega sobre la existencia de transmisión telepática si se

consideran todos los experimentos realizados, es decir, para todos los pares de estudiantes?

8. Para la distribución empírica de aciertos, ¿coincide la media con la esperanza matemática del modelo? ¿Se observan diferencias entre el modelo y la distribución empírica en cuanto a la dispersión y la forma?
9. Finalmente, caso de que se haya producido, ¿cuáles son los cinco principales aprendizajes que ha alcanzado?

## Lecturas Complementarias

Paulos, J. A. (1989). *Innumeracy: Mathematical illiteracy and its consequences*. New York: Farrar, Straus, Giroux. [Traducción en español, Paulos, J. A. (1990). *El hombre anumérico. El analfabetismo matemático y sus consecuencias*. Barcelona: Tusquets Editores].



## Capítulo 10

# Omnipresencia de la distribución normal

### Introducción

Sir Francis Galton (1822-1911), primo de Charles R. Darwin (1809-1882), realizó diversas contribuciones esenciales para la disciplina estadística. Por ejemplo, propuso el concepto de *correlación* y, además, introdujo la noción de *regresión hacia la media*. De hecho, como muchos de sus coetáneos, poseía una formación extensa y participaba del conocimiento en múltiples disciplinas, legando así contribuciones en distintos ámbitos científicos. Entre los tópicos de investigación que centraron buena parte de su trabajo se halló la herencia genética. A este respecto, Galton consideraba que las influencias que determinan los caracteres heredados eran factores de alteración de escasa influencia, pero, en su acción agregada o conjunta, pueden dar cuenta de apreciables desviaciones. Para ilustrar su conjetura y la representación conceptual de la misma, ideó un sencillo dispositivo mecánico, es decir, un modelo físico, que denominó *quincunx*. No se sabe con certeza cuando fue ideado por Galton ese dispositivo, pero se cree que en 1873 o 1874 ([Stigler, 1986](#)), pero sí se conoce que el vocablo *quincunx* deriva del latín y se refiere a cuatro elementos que se disponen en los extremos de un cuadrado o rectángulo, ubicándose un quinto elemento en el punto donde cortan ambas diagonales (por ejemplo, los cinco puntos dispuestos en la cara de un dado que corresponde al 5). Su utilización está vinculada con una disposición en la plantación agrícola. En otras acepciones, una moneda romana (véase Figura 10.1) se denominaba *quincunx* y también se usa en astrología, pero con un significado bien distinto.



Figura 10.2: Se muestra el *quincunx* original tal como fue diseñado por Sir Francis Galton, aunque no fue él quien lo construyó.



Figura 10.1: Moneda romana denominada *quincunx*.

¿En qué consiste el dispositivo conocido como *quincunx* de Galton? En la Figura 10.2 se muestra el aparato tal como fue ideado por Galton, apreciándose que, tras un cristal, se encuentra un conjunto de clavijas dispuestas en forma de pirámide. También se aprecia un embudo por el cual se dejan caer una serie de bolas que, después de impactar en distintas clavijas, acaban por alcanzar uno u otro compartimento. Es preciso dejar caer una cantidad apreciable de bolas para que se produzca el resultado que se pretende ilustrar mediante el *quincunx*. En la Figura 10.3 se hallará una representación simplificada del dispositivo, pero que muestra con mayor claridad los elementos fundamentales del sistema físico.

Para apreciar el funcionamiento del *quincunx*, existen en la red de redes múltiples aplicaciones, ya sea en lenguaje R o *Applets* de Java, que ilustran, por medio de una animación, cómo opera el dispositivo. A continuación se indican dos direcciones donde se podrán hacer simulaciones del funcionamiento del *quincunx*:

<http://yihui.name/en/2008/10/quincunx-in-r/>

<http://www.jcu.edu/math/iseq/quincunx/quincunx.html>

También es posible hallar en *YouTube* diversos vídeos donde se muestra el

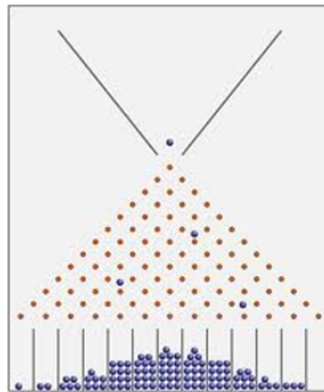


Figura 10.3: Representación esquemática del *quincunx*.

dispositivo físico y su funcionamiento, aunque, en general, mucho más desarrollado técnicamente que el original, como, por ejemplo, en

[http://www.youtube.com/watch?v=9xUBhhM4vbM&feature=watch\\_response](http://www.youtube.com/watch?v=9xUBhhM4vbM&feature=watch_response)

¿Cómo se representan estadísticamente los eventos que se producen en el quincunx? En primer lugar, cada vez que una bola golpea sobre una clavija, suponiendo siempre que la probabilidad de desplazarse a la izquierda o a la derecha es idéntica, se reduce a un *ensayo de Bernoulli* con parámetro  $\pi = 0,5$ . En otros términos, se puede representar mediante una distribución binomial  $B(1; 0,5)$ , o sea, con un único ensayo. En segundo lugar, como cada bola impacta tantas veces como filas o líneas de clavijas existan, se puede recurrir a la propiedad aditiva o reproductiva de la distribución binomial. Según esta propiedad, para variables aleatorias que siguen una distribución binomial con idéntico valor de  $\pi$ , la suma de sus valores sigue una distribución binomial  $B(n; \pi)$ , donde  $n$  denota la suma de los ensayos para el total de las variables aleatorias. Tratando de nuevo sobre el *quincunx*, esto último significa que  $n$  es igual al número de filas de clavijas y  $\pi = 0,5$  para cada bola que cae. En resumen, el repositorio donde acaba una bola representa el número de veces que, tras golpear la clavija, la bola se desplaza hacia la derecha desde el punto de vista del observador. Por tanto, la variable aleatoria que sigue una distribución binomial es el número de veces que ocurre un suceso, dados dos posibles (desplazamiento a derecha o a izquierda). Similar razonamiento sería válido si la variable aleatoria se considerara como el número de veces que la bola se desplaza a la izquierda. Sea un caso o el otro, la variable aleatoria puede tomar valores desde 0 hasta  $n$ , es decir, desde un mínimo de ningún desplazamiento hacia la derecha hasta un máximo de  $n$  desplazamientos en ese sentido. Ahora, ¿qué relación tiene este modelo estadístico con la herencia genética? Para Galton, cada trayectoria aleatoria tras golpear una clavija representaba un factor de minúscula incidencia y, por tanto, el conjunto de impactos representaba la desviación total observada co-

mo resultante de la agregación de varios factores aleatorios. Así, el repositorio que alcanza una bola particular representa la desviación de la característica genética para cada persona.

Hasta aquí se ha explicado qué modelo de probabilidad describe el recorrido de una única bola, pero ¿qué representa la caída de varias bolas? Una bola particular puede experimentar mayor o menor desviación en la característica genética, pero, de existir, ¿es posible conocer cuál es la distribución para el conjunto de personas? Es ahora evidente que, al dejar caer varias bolas, se realiza lo que actualmente denominaríamos una *simulación estocástica*. En otros términos, para el conjunto de las personas, se trata de determinar la probabilidad de las desviaciones en las características genéticas. El resultado que se obtiene es, como muestra el dispositivo, una estimación de la función de masa de la distribución binomial, que, además, se aproxima a la *ley normal de probabilidad*. Así se alcanzó, mediante un dispositivo físico, evidencia sobre la conjetura según la cual, si existe un conjunto de factores aleatorios de escasa incidencia, el resultado agregado está descrito por la distribución normal de probabilidad. Estamos ante un tipo de ley científica no determinista, es decir, probabilística. La transcendencia de esta ley ha llegado hasta nuestros días, pues es frecuente suponer que, dado un conjunto de componentes aleatorios de exigua incidencia, emergerá una magnitud normalmente distribuida. También se utiliza el *quincunx* para ilustrar el denominado como *teorema del límite central*, pero este último escapa del objetivo de la presente práctica.

¿Es tan usual la distribución normal para describir, como mínimo aproximadamente, los fenómenos aleatorios? No parece ser así, al menos, para todos los ámbitos de la disciplina psicológica (Micceri, 1989). En cualquier caso, en la presente práctica se tratará de nuevo de verificar, en otro tipo de variable, si la distribución normal resulta una aproximación razonable.

## Descripción de la práctica

Se medirá el tiempo de espera en una estación de metro, que se define como el lapso de tiempo transcurrido desde que una persona llega al andén y el metro en la dirección que debe tomar está totalmente parado. Para realizar la medida, todos los observadores pondrán el cronómetro en marcha en el momento que se pise el andén, se detendrá cuando se pare la unidad ferroviaria y se anotará el tiempo de espera en segundos (si se supera el minuto, se transformará siempre a segundos). Cada estudiante deberá aportar 10 medidas de este tipo.

Durante la práctica, se introducirá en la base de datos de R-Commander, u otra aplicación para el análisis estadístico, la totalidad de medidas registradas por

los estudiantes de cada grupo de trabajo. Se realizará, tras finalizar esa tarea, un análisis descriptivo para verificar si la variable aleatoria “tiempo de espera” se distribuye, al menos aproximadamente, según una distribución normal.

## Para razonar y contestar

Las preguntas y reflexiones que a continuación se indican deben ser realizadas en cada grupo, salvo que se señale lo contrario:

1. Si la probabilidad, al impactar la bola en cada clavija, fuera igual a  $\pi = 0,8$  para desplazarse a la derecha y, por tanto,  $\pi = 0,2$  a la izquierda, ¿se reproduciría una aproximación de la ley normal en el *quincunx*? ¿Por qué?
2. ¿Por qué se puede considerar el *quincunx* una analogía de las desviaciones de los caracteres hereditarios?
3. Para cada estudiante, a partir de sus 10 medidas de “tiempo de espera”, represente la distribución empírica mediante un histograma. ¿Sigue una distribución normal la variable aleatoria de interés? ¿Por qué? Repita el ejercicio, pero ahora utilizando como variable las medias de cada estudiante y compare los resultados.
4. Imagine que un modelo razonable para representar el tiempo de espera es una distribución normal con media 120 segundos y desviación estándar de 30 segundos (Figura 10.4).

Conteste a las siguientes preguntas, primero de forma aproximada a partir del conocimiento de las propiedades de la distribución normal y, posteriormente, de forma más precisa utilizando R-Commander:

- a. ¿Cuál es la probabilidad de tener que esperar más de 3 minutos?
  - b. ¿Cuál es la probabilidad de tener que esperar menos de medio minuto?
  - c. ¿Cuál es la probabilidad de tener que esperar entre medio minuto y 3 minutos?
  - d. Obtenga los valores de densidad para dos minutos y para dos minutos y medio. ¿Cómo podría interpretar dichos valores?
5. Para el conjunto de los grupos, ¿en qué situaciones puede resultar de interés conocer el tiempo de espera para mejorar los procesos?
  6. Finalmente, ¿cuáles son, si se produjeron, los cinco aprendizajes más relevantes que se han alcanzado durante la realización de la presente práctica?

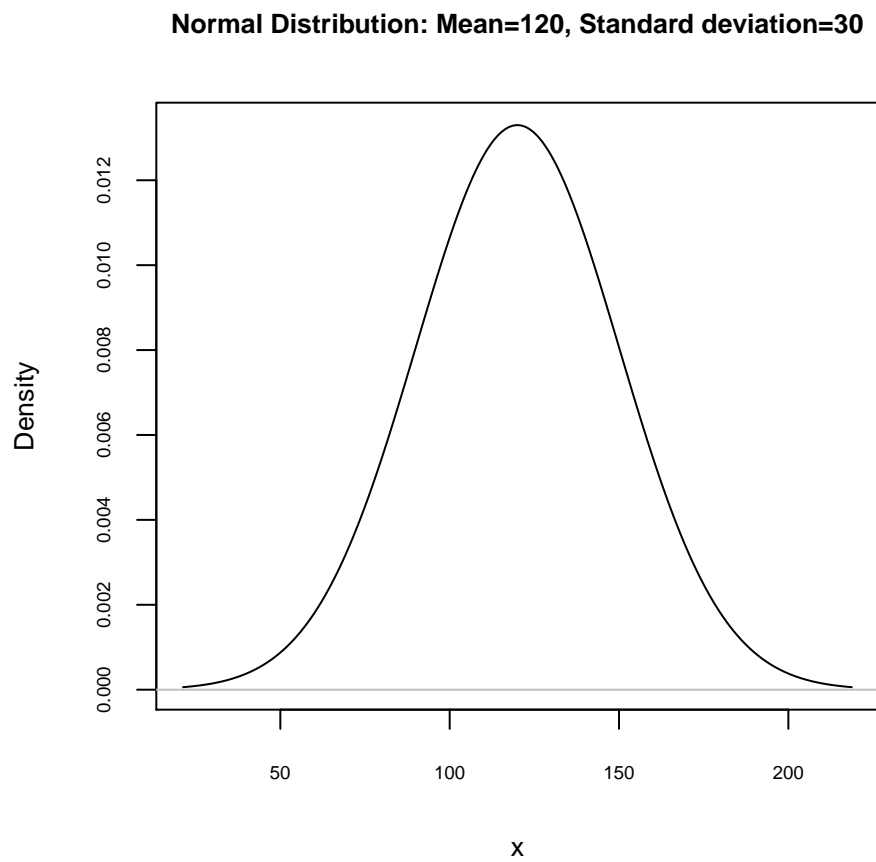


Figura 10.4: Representación gráfica de una distribución normal con media 120 y desviación estándar 30 obtenida mediante R-Commander.

## Capítulo 11

# Aplicación de las distribuciones normal y $t$ en estudios de caso-control

### Introducción: estudios caso-control en Neuropsicología

Los estudios caso-control implican la comparación de la puntuación de un individuo con un grupo normativo apropiado (e.g., considerando variables como edad y sexo). Este grupo normativo también es denominado grupo control, puesto que está compuesto de personas que no están diagnosticadas con ningún tipo de trastorno. Al mismo tiempo, es habitual que esta persona en la que se centra el estudio esté diagnosticada con algún déficit neuropsicológico o que esté en proceso de evaluación y diagnóstico. Por lo tanto, mediante este tipo de diseños se pretende comprobar si la persona tiene un rendimiento similar al de las personas sin trastorno o, en cambio, sus puntuaciones en la(s) prueba(s) que se le aplica(n) serían poco probables en personas sin trastorno.

### Utilidad de los modelos de probabilidad

Para obtener información sobre el grado en que la persona evaluada se comporta, en la prueba en cuestión, como las personas no diagnosticadas, se utilizarán dos modelos de probabilidad: la distribución normal y la distribución  $t$ . En ambos casos se cuantifica la distancia estadística (en base a valores absolutos) entre la puntuación del individuo y la media del grupo control teniendo en cuenta la variabilidad en las puntuaciones en este grupo control.

El modelo normal, para ser utilizado en este caso, requiere suponer que la estimación puntual obtenida en la muestra control es igual al valor del parámetro poblacional, además de suponer que la distribución poblacional es normal. Si estas condiciones se cumplen, la puntuación del individuo se transforma en una puntuación  $(X_1 - \bar{X}_2)/s_2$  y estaría justificado referir dicha puntuación  $Z$  a la distribución normal unitaria. De hecho, lo que se obtiene es la probabilidad de obtener una puntuación tanto o más alejada de la media, utilizándose una de las colas de la distribución (habitualmente, la que implica un rendimiento peor en la prueba). Este uso de la distribución normal unitaria se basa no solo en los supuestos anteriormente mencionados, sino también en la idea de que, de entrada, se supone que el individuo pertenece al grupo control (i.e., a las personas no diagnosticadas). En función del valor de probabilidad obtenido se cuantifica no solo la infrecuencia del resultado del individuo, sino que también se podría pensar si dicha probabilidad puede sugerir que el individuo, de hecho, no pertenece a la población control, sino que presenta un déficit en la función cognitiva que la prueba evalúa. En vez de utilizar la  $Z$  para obtener una probabilidad asociada con (y el grado de infrecuencia de) un resultado Crawford, Garthwaite, y Porter (2010) sugieren utilizarlo como indicador de tamaño del efecto.

A diferencia del modelo normal, la distribución  $t$  puede utilizarse para aquellos casos en los cuales el tamaño de la muestra control no es elevado, una opción que se considera como más apropiada teniendo en cuenta que la media y la variancia muestrales, por definición, no son medidas poblacionales (véase Crawford y Garthwaite, 2012, para otras alternativas). En este sentido, Crawford y Howell (1998) sugieren convertir la puntuación en la prueba en una puntuación  $t$  mediante

$$t = \frac{X_1 - \bar{X}_2}{s_2 \sqrt{\frac{N_2 + 1}{N_2}}},$$

donde  $X_1$  es la puntuación del individuo,  $\bar{X}_2$  es el promedio del grupo control,  $s_2$  es la desviación estándar de las puntuaciones en el grupo control y  $N_2$  es la cantidad de personas que formaron dicho grupo. Una vez transformada la puntuación  $X_1$ , es necesario escoger la distribución  $t$  apropiada para obtener la cuantificación del grado de infrecuencia de la puntuación. A diferencia de la distribución  $Z$ , se dispone de diferentes distribuciones  $t$  según los grados de libertad (para una explicación didáctica de este concepto véase Eisenhauer, 2008). Para los diseños caso-control y la puntuación  $t$  anteriormente presentada, Crawford y Howell (1998) afirman que los grados de libertad son iguales a  $N_2 - 1$ . Por lo tanto, como puede verse, en este caso se tiene en cuenta el tamaño de la muestra control. Una vez escogida la distribución  $t$  apropiada, se busca la probabilidad de un valor  $t$  tanto o más alejado de 0, habitualmente en la cola que indica rendimiento deficiente en la prueba.



Nótese que el uso de la distribución  $t$  para obtener esta probabilidad también supone que la medida de la prueba en la población se distribuye normalmente. Una vez más, como en el caso de la  $Z$ , se parte de la idea de que el individuo forma parte de la población no diagnosticada y se obtiene la probabilidad de un resultado tanto o más extremo – dicha probabilidad puede utilizarse como evidencia de que la persona pueda presentar un rendimiento deficiente respecto a lo que se esperaría de una persona sin trastorno (i.e., una persona de la población control).

## Cuantificación del grado de infrecuencia sin utilizar un modelo matemático-estadístico

El hecho de que la distribución de la puntuación  $Z$  o  $t$  sea conocida, bajo los supuestos que se han mencionado, permite cuantificar la probabilidad de obtener un individuo control (i.e., sin trastorno) con puntuación tan alejada (habitualmente por debajo) de la media. Dicho en términos de frecuencia, la probabilidad indicaría la proporción de personas de la población control con puntuación tanto o más baja como la obtenida por la persona en la prueba en cuestión. Cabe mencionar que a esta probabilidad se le conoce como valor  $p$  y suele utilizarse para tomar decisiones estadísticas (i.e., rechazar o no rechazar la hipótesis nula de que el individuo proviene de la población control). El valor  $p$  se trabajará a fondo en la asignatura de “Estadística”.

Hay que mencionar que, cuando se dispone de una muestra representativa de referencia, también es posible obtener una cuantificación del grado de infrecuencia del resultado de un individuo, sin tener que recurrir a un modelo matemático-estadístico (y sin tener que hacer los supuestos correspondientes). Por ejemplo, en los cuestionarios de personalidad se dispone de medidas para grupos de individuos organizados según variables demográficas relevantes como pueden ser la edad, el sexo o el nivel educativo. Una vez obtenida la puntuación del individuo, ésta se compara con su grupo de referencia (i.e., con aquellas personas con las que comparte las características demográficas relevantes). Puesto que la distribución empírica de los valores en la prueba obtenidos por este grupo de referencia está ordenada, se puede saber si el individuo en cuestión ha obtenido una de las puntuaciones más altas o más bajas en comparación con este grupo. Así, por ejemplo, si un chico de 16 años obtiene 39 puntos en Apertura del inventario NEO-FFI (Costa y McCrae, 2008), entonces se puede comprobar que esta puntuación corresponde al percentil 97. Es decir, el 97% de las personas del grupo de referencia varones adolescentes obtienen una puntuación *inferior o igual* (i.e., no son tan abiertos a la experiencia como la persona estudiada). Adicionalmente, si el mismo chico obtiene 13 puntos en Responsabilidad, este resultado correspondería al percentil 2 y, así, el 98% de las personas del mismo grupo de referencia obtendrían una puntuación *superior*.

Por lo tanto, los resultados más cercanos a los percentiles extremos, serían menos frecuentes en el grupo de referencia.

## Cuantificación de un posible déficit específico

En los estudios caso-control hay otro tipo de información que puede obtenerse y que es relevante a nivel neuropsicológico - se trata de la posibilidad de comparar las puntuaciones de la persona en dos pruebas neuropsicológicas, con la finalidad de explorar si presenta un déficit específico en el área que la prueba en cuestión evalúa. Para este objetivo, es posible obtener un indicador de tamaño del efecto en relación con la diferencia entre las puntuaciones en dos pruebas y construir un intervalo de confianza alrededor de éste. Para más detalle el lector interesado puede consultar [Crawford et al. \(2010\)](#); aquí se presenta la fórmula para el tamaño del efecto de la diferencia entre las tareas  $X$  e  $Y$  para dejar patente que ambas puntuaciones se estandarizan antes de ser comparadas (para expresarlas en la misma métrica) y que también se tiene en cuenta la correlación entre las puntuaciones en el grupo control ( $r_{XY}$ ), como en cualquier análisis de medidas relacionadas (puesto que es el error estándar de la diferencia de dos variables aleatorias):

$$Z_{DCC} = \frac{[(X-\bar{X})/s_X] - [(Y-\bar{Y})/s_Y]}{\sqrt{2 - 2r_{XY}}} = \frac{Z_X - Z_Y}{\sqrt{2 - 2r_{XY}}}$$

En este caso no se utilizará el modelo de distribución normal unitaria para obtener probabilidades, debido a que no está justificado. Solamente se utilizará la cuantificación  $Z_{DCC}$  así obtenida para explorar a nivel descriptivo hasta qué punto este valor es alejado de 0. Cuanto más alejado esté, de más evidencia se dispondría de que hay un déficit específico en alguna función.

## Instrumento

Para ilustrar el uso de los estudios caso-control en neuropsicología se aplicará un instrumento denominado *Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry* (SCIP) que permite evaluar déficit cognitivo en pacientes diagnosticados con esquizofrenia o trastorno bipolar. El instrumento ha mostrado propiedades psicométricas apropiadas tanto en el caso de personas con esquizofrenia ([Pino et al., 2006](#)), como con trastorno bipolar ([Guilera et al., 2009](#)). Nótese que, aunque se ha demostrado que es una prueba que distingue aceptablemente entre personas con y sin deterioro ([Rojo et al., 2010](#)), no debería reemplazar un diagnóstico neuropsicológico completo. Además de la versión en inglés ([Purdon, 2005](#)), se dispone de una versión en

castellano (SCIP-S; Pino et al., 2006). Además, hay que remarcar que la prueba dispone de tres versiones alternativas para posibilitar más de una administración de las pruebas sin que los resultados se vean afectados por el recuerdo que la persona pueda tener de la administración anterior.

En la presente práctica se aplicará el SCIP-S por varias razones. En primer lugar, es una prueba útil en el contexto neuropsicológico. En segundo lugar, requiere un entrenamiento relativamente corto (se mostrará un vídeo con esta finalidad). En tercer lugar, el tiempo de administración es muy breve, requiriéndose unos 3 minutos por cada una de las 5 sub-pruebas (i.e., un total de 15 minutos por persona). En la práctica nos centraremos en dos de las sub-pruebas: 1) *Verbal Learning Test with Immediate Recall* (VLT-I) es una prueba de memoria verbal que dispone de tres ensayos de las mismas 10 palabras que el participante escucha y ha de recordar, cuantificándose el número de palabras recordadas correctamente; 2) *Verbal Fluency Test* (VFT) es una prueba de fluidez verbal en la que la persona tiene dos ensayos de 30 segundos para generar palabras que empiezan con dos letras del alfabeto que se le indican, una en cada ensayo, evitando números, nombres propios o palabras de la misma raíz; en este caso se cuantifica el número de palabras correctamente generadas.

## Situación 1

Para llevar a cabo las comparaciones se utilizará la información sobre el grupo control que se presenta en Guilera et al. (2009). Se trata de 45 personas que obtienen una puntuación media de 21,84 (desviación estándar 3,74) en VLT-I y una puntuación media de 19,73 (desviación estándar 5,71) en VFT. La correlación entre las puntuaciones es 0,141 (Georgina Guilera, comunicación personal, 18 Abril 2013). En esta primera situación se estudiará el caso de una persona ficticia a la que se le ha aplicado la forma 3 del SCIP-S que ha recordado 17 palabras en total en una de las pruebas (VLT-I = 17 puntos) y ha evocado 2 palabras con la letra F y 4 palabras con la letra R (VFT = 6).

### Situación 1: Tareas en relación con los datos disponibles

Para cada una de las dos sub-pruebas, VLT-I y VFT:

1. Obtenga el grado de infrecuencia del resultado, según la distribución Z (mediante R-Commander).
2. Obtenga el grado de infrecuencia del resultado, según la distribución  $t$  (Singlims\_ES o R-Commander).

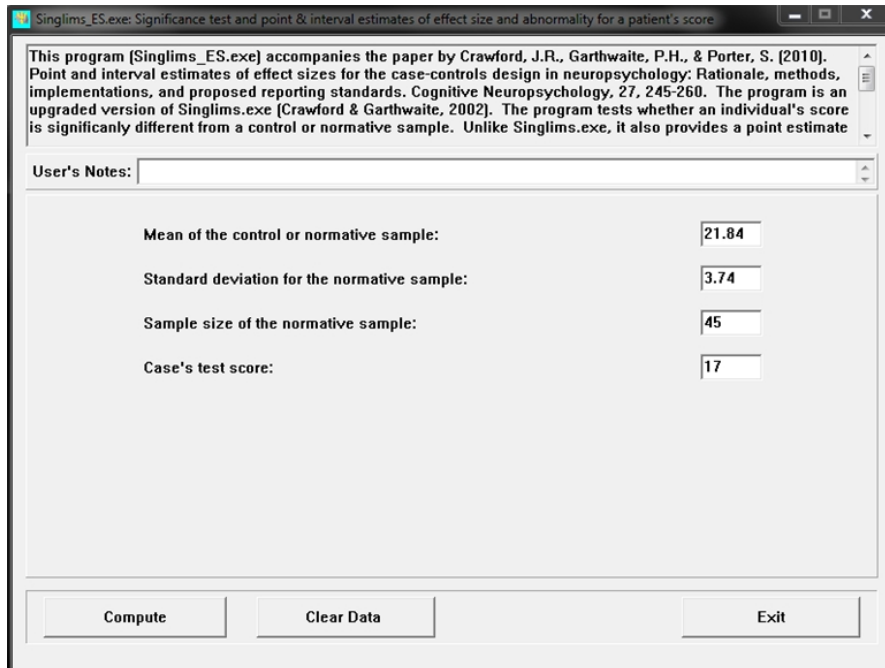


Figura 11.1: Detalle del programa Singlims\_ES.

3. Obtenga el valor del tamaño del efecto para la diferencia obtenida para las dos pruebas (Dissocs\_ES).
4. Comente los resultados.

## Situación 2

Para esta segunda situación se utilizarán datos sobre un grupo normativo más extenso y disponiendo de información más específica, i.e., considerando el nivel educativo (centrándonos en personas que tienen educación superior) y la edad (Georgina Guilera, comunicación personal, 18 Abril 2013).

### *Verbal Learning Test with Immediate Recall*

Tabla 11.1: Resumen descriptivo de las puntuaciones en VLT-I en el grupo normativo.

| Educación secundaria o superior |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| 18–39                           | 40–55       | >55         |
| $N = 177$                       | $N = 126$   | $N = 65$    |
| Media=24,67                     | Media=22,39 | Media=20,95 |
| DT = 3,23                       | DT = 3,06   | DT = 3,71   |

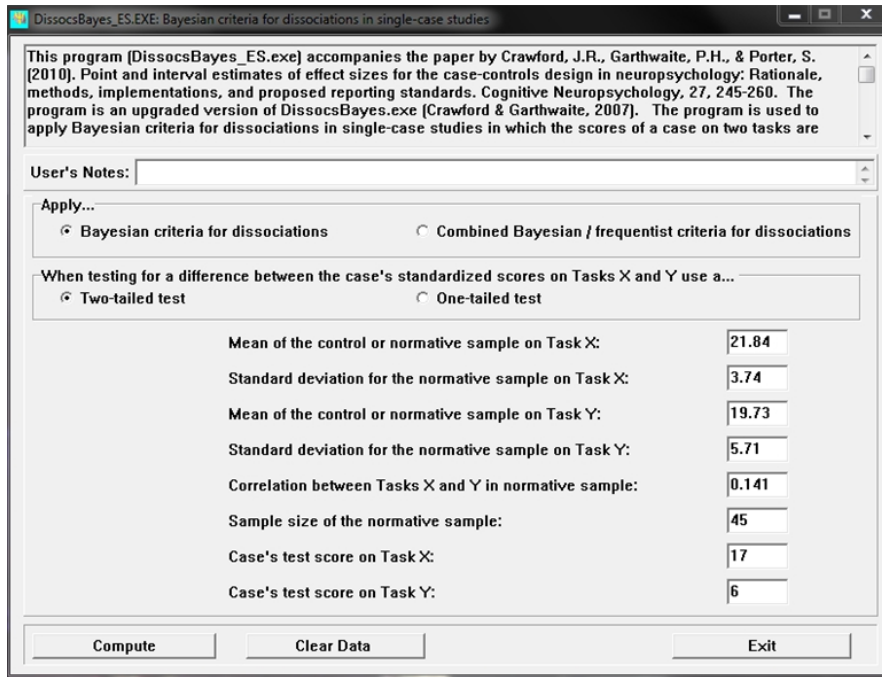


Figura 11.2: Detalle del programa Dissocs\_ES.

*Verbal Fluency Test*

Tabla 11.2: Resumen descriptivo de las puntuaciones en VFT en el grupo normativo.

| Educación secundaria o superior |                |               |
|---------------------------------|----------------|---------------|
| 18–39                           | 40–55          | >55           |
| <i>N</i> = 177                  | <i>N</i> = 126 | <i>N</i> = 65 |
| Media=19,58                     | Media=19,88    | Media=17,98   |
| DT = 5,15                       | DT = 5,47      | DT = 6,35     |

**Situación 2: Tareas en relación con la recogida de datos propia**

En cuanto a la puntuación del participante individual, se propone realizar la recogida de datos para las sub-pruebas VLT-I y VFT formando parejas investigador-sujeto.

1. Aplique la forma 1 del SCIP-S a un/a compañero/a y obtenga la puntuación en VLT-I y VFT.

Para cada una de las dos sub-pruebas, VLT-I y VFT:

2. Obtenga el grado de infrecuencia del resultado utilizando la distribución  $t$  (Singlims\_ES o R-Commander).
3. Comente los resultados.
4. Repita el mismo proceso participando como “sujeto” en vez de como “investigador”, aplicando la forma 2 del SCIP-S.

## Preguntas a reflexionar y contestar

1. ¿Están por debajo o por encima de la media del grupo normativo las puntuaciones de los estudiantes en la Situación 2? ¿A qué puede deberse este resultado?
2. ¿Son igual de poco esperadas las puntuaciones del participante ficticio de la Situación 1 que las puntuaciones de los estudiantes en la Situación 2? ¿A qué puede deberse la diferencia?

## Material a utilizar en clase

- Para los cálculos necesarios para la presente práctica (y otros que no se han comentado aquí) se pueden utilizar los programas Singlims\_ES y Dissocs\_ES explicados en Crawford et al. (2010) y disponibles en la siguiente página web: <http://homepages.abdn.ac.uk/j.crawford/pages/dept/psychom.htm>.
- Vídeo de entrenamiento de la administración del SCIP-S (duración: 15 min).
- Copias del SCIP-S, formas 1 y 2 (ver Derechos de explotación).

## Derechos de explotación

Los derechos de explotación del instrumento han sido transferidos a TEA Ediciones<sup>©</sup> por los autores del SCIP y SCIP-S. El SCIP-S que se administra en la práctica se ha de utilizar solo con fines docentes. Está prohibido utilizar el instrumento fuera de clase; tampoco se pueden hacer copias, distribuir las o venderlas.

## Bloque IV

### Descripción estadística

La descripción estadística incluye resúmenes numéricos y gráficos de los datos con el objetivo de organizarlos y de convertirlos en información inteligible y útil. Con la finalidad de lograr este objetivo, los estadísticos descriptivos deberían utilizarse según: a) su propósito, es decir, el tipo de información que proporcionan - sobre tendencia central, posición, variabilidad, diversidad, asimetría o apuntamiento; b) la escala de medida de las variables analizadas; y c) las limitaciones de los índices (e.g., al estar presentes empates o valores anómalos en los datos).

Con las prácticas incluidas en este bloque, hemos intentado ilustrar esta manera de seleccionar y utilizar los índices y representaciones gráficas. Complementariamente, entre nuestros objetivos también figuraba hacer la estadística descriptiva más atractiva aplicándola a datos recogidos por los propios estudiantes, de manera que éstos fueran conscientes de los objetivos y de todo el proceso de investigación.

Hemos decidido incluir en este bloque una práctica sobre análisis de contenido, un tema propio de la metodología cualitativa y que habitualmente no está presente en los textos de estadística (más orientados a la metodología cuantitativa). La razón por la cual hemos incluido esta práctica aquí es que el análisis de contenido proporciona una descripción de los datos (cualitativos) y no pretende realizar inferencias sobre una población; por lo tanto, no sería apropiada para el Bloque V. Además, el análisis de contenido se inicia en términos cualitativos, pero es común que incorpore elementos cuantitativos tales como el análisis de la distribución de frecuencias (e.g., frecuencias absolutas y de transición), comúnmente utilizada en la descripción de variables medidas en escala nominal. Por tanto, la inclusión de este tema en el presente bloque queda justificada.

Un último apunte hace referencia a la distinción entre análisis univariante y bivariante. El primero se lleva a cabo cuando el interés se centra en estudiar las variables de una en una (e.g., para describir el grado de satisfacción de los estudiantes con un curso de estadística), mientras que el segundo se requiere a la hora de explorar la existencia de relación o asociación entre dos variables (e.g., para comprobar si una mayor ansiedad se relaciona con un mejor o peor rendimiento en una tarea cognitiva).



## Capítulo 12

# Descripción univariante

### Objetivo de la práctica

El propósito de esta práctica es trabajar con los índices estadísticos descriptivos que se pueden aplicar para caracterizar variables sobre las cuales los estudiantes han recogido información mediante las diferentes técnicas de registro. A través de la práctica se hará hincapié en que a la hora de seleccionar una representación gráfica o un indicador numérico es crucial considerar la escala de medida de la(s) variable(s) de interés. Esta misma idea se seguirá trabajando a la hora de tratar el uso inferencial de los índices en la asignatura de “Estadística”. Otra de las características de las variables que debe tenerse en cuenta es su distribución, que hace que unos indicadores sean más apropiados que otros en ciertas situaciones (e.g., considerando la presencia de valores anómalos o la asimetría). Por consiguiente, la segunda idea fundamental de la presente práctica es que no hay indicadores universalmente recomendables, sino que se tiene que tener en consideración cuál es el objetivo del análisis estadístico y cómo son los datos de los que se dispone. En tercer lugar, se pretende ilustrar que la cuantificación es especialmente relevante en algunas situaciones, pero no en todas (e.g., la organización y sistematización de la información recogida mediante una entrevista no siempre se centra en cuantificar). Finalmente, en algunos casos, cuando la cantidad de datos es reducida se sugiere que los estudiantes realicen los cálculos por su cuenta con tal de entender mejor qué operaciones se realizan con los datos y, de allí, qué información proporcionan realmente los índices. En otras ocasiones se practicará la manera de obtener los indicadores numéricos y los gráficos mediante R-Commander, un paquete estadístico de acceso libre que podría ser útil para los alumnos en todos los trabajos que realicen en las diferentes asignaturas de la titulación de Psicología, así como también en su vida profesional fuera de la universidad.

## Descripción de las tareas

### Con sus datos recogidos a través de la encuesta:

1. Partiendo de la información recogida mediante la encuesta, describa las características principales de su muestra, en concreto, la edad y el género. Para cada una de estas variables utilice sólo los indicadores apropiados para la escala de medida y que además proporcionen información relevante sobre la muestra. Obtenga dichas cuantificaciones a mano (i.e., con calculadora), sin la ayuda de R-Commander.
2. Proporcione una representación gráfica que permita identificar las principales razones para estudiar psicología. Calcule a mano la *odds* para la categoría “vocación” (o equivalente) e interprétela.
3. Haga la descripción univariante de la valoración de los estudiantes encuestados del grado de Psicología, calculando como mínimo un indicador de tendencia central, uno de dispersión y uno de forma que den información sobre si la valoración es principalmente positiva, neutra o negativa. Obtenga dichos indicadores utilizando las fórmulas apropiadas sin la ayuda del software estadístico.

### Con sus datos recogidos a través del experimento:

4. Para comparar, para las condiciones concordante y discordante, el tiempo que tarda en responder el sujeto experimental con quien Ud. trabajó, proporcione una representación gráfica informativa.
5. Obtenga los principales indicadores de posición en la distribución del “tiempo de respuesta”, además de los indicadores de forma. Comente su grado de semejanza para las condiciones concordante y discordante. ¿Cómo se relacionan dichos indicadores con las representaciones gráficas de la pregunta anterior?
6. Obtenga un indicador de tendencia central y uno de dispersión que permitan comparar el “tiempo de respuesta” según si el resultado en el ensayo fue un acierto o un error.
7. ¿Cuál es el valor más frecuente para la variable “resultado”? ¿Cuál es el valor más frecuente para la variable “condición”?

Con los datos de todos sobre la observación [Véase un ejemplo de archivo de datos Excel en <https://www.dropbox.com/s/m7omdfvlp9ju4sk/Datos%202012-2014.xls>, clicando en la pestaña “Observación” del documento]:

8. Realice una representación gráfica y presente, como mínimo, dos cuantificaciones adecuadas para caracterizar la valoración de la totalidad de los estudiantes de la clase respecto a las habilidades sociales del personaje del segundo vídeo de la práctica de observación.

**Con los datos de todos sobre el experimento [Véase un ejemplo de archivo de datos Excel en <https://www.dropbox.com/s/m7omdfvlp9ju4sk/Datos%202012-2014.xls>, clicando en la pestaña “Experimento” del documento]:**

9. Realice una representación gráfica del tiempo de respuesta para aciertos y para errores. Valore si la distribución se aproxima a la Normal. Intente explicar los resultados.
10. Para los aciertos producidos en la condición “concordante”, compare numérica y gráficamente el tiempo de respuesta según si dicha condición se presentó en primer o segundo lugar.

## Material para realizar la práctica

- La valoración de las habilidades sociales del personaje de la práctica de observación: datos previamente enviados.
- La matriz de datos de la práctica sobre el efecto Stroop – información resumida de todo el grupo: datos previamente enviados.
- La matriz de datos de la práctica de la encuesta: la ha de traer cada estudiante.
- La matriz de datos de la práctica sobre el efecto Stroop: la hoja individual que cada experimentador ha de traer.

## Para razonar y contestar

1. De la información obtenida mediante las entrevistas, ¿qué parte es cuantificable y cómo se cuantifica?
2. ¿Qué evidencia se obtendrá si cada estudiante realiza dicha cuantificación a partir de las respuestas que él/ella ha recogido?
3. ¿Qué expectativa razonable se podría tener sobre la forma de la distribución de la variable “edad” de los participantes en la encuesta?

4. En relación con la pregunta anterior, ¿considera que el indicador de tendencia central obtenido para la variable “edad” es el apropiado?
5. ¿Qué expectativa razonable se podría tener sobre la diversidad en la variable “género” de los participantes en la encuesta?

# Capítulo 13

## Diversidad

### Introducción

La *diversidad* es un vocablo con un extendido uso en sentido coloquial, razón por la cual su contenido connotativo, en ocasiones, hace que el término pueda tener distintas acepciones o algunos matices. Contrariamente, en el presente texto nos referiremos a la diversidad, como posteriormente se mostrará, en un sentido estricto, propio y necesario en las definiciones científicas. Además, otro aspecto importante que debe destacarse es que un índice o coeficiente estadístico en sí mismo no aporta una comprensión teórica, es decir, el contenido conceptual está impuesto por la definición, no por la medida obtenida. Por ejemplo, la desviación estándar es un muy conocido índice estadístico de dispersión (si se prefiere, variabilidad o heterogeneidad). El valor numérico obtenido al calcular la desviación estándar para un conjunto de datos no posee significado conceptual alguno, aunque sí es una cuantificación del grado de disimilitud entre las medidas disponibles. Ahora bien, en diferentes estudios se ha utilizado la desviación estándar como un indicador, por ejemplo, del grado de consenso o acuerdo entre los miembros de un grupo. Conviene observar que el significado que se desprende de un índice, como puede ser el grado de acuerdo entre unas personas, proviene de una definición conceptual, no del propio índice. Además, también es importante notar que la habitual rutina y algoritmia del cálculo en sí misma no es especialmente relevante, sino que debe focalizarse la atención en el contenido representacional del índice y, como resultante, en el significado conceptual que se deriva de la medida.

Los *constructos* son abstracciones, es decir, entidades teóricas que no pueden ser directamente observables y, por tanto, las medidas de las mismas son indirectas. Ahora bien, los constructos son necesarios e indispensables para organizar el conocimiento en un determinado ámbito y, así, alcanzar una comprensión teórica del campo de estudio. Por ejemplo, los rasgos de personalidad son constructos y, sin

duda, resultan elementos teóricos que permiten explicar o, en ocasiones, describir relaciones en los procesos psicológicos de los grupos. Así, del *modelo de similitud-atracción* (Byrne, 1971) se deriva que los grupos que se forman libremente estarán compuestos, preferentemente, por personas que son semejantes en sus características. Nótese que la similitud no se mide directamente, pero resulta un constructo que posibilita la explicación o la descripción de la relación, según el mencionado modelo, con otro constructo, la atracción. Cabe añadir que, a partir del mencionado modelo, también se puede predecir que la similitud entre los miembros de un grupo está relacionada con la efectividad en la realización de la tarea.

Un constructo debe ser definido conceptualmente; o sea, es preciso disponer de una *definición constitutiva*, donde el concepto se define a partir de otros vocablos. La definición de los constructos ha de ser invariante, es decir, independiente de cómo se mida finalmente el constructo. Si no ocurre de esta manera, no está garantizada la comparabilidad de los hallazgos científicos. Este punto resulta de interés cuando se trata sobre la diversidad, pues, como se mostrará, es preciso diferenciar entre tres tipos de diversidad. O sea, la diversidad no puede entenderse como un único constructo unitario, sino compuesto de distintas variantes.

Antes de iniciar una definición de diversidad, es preciso considerar dos aspectos. En primer lugar, este concepto no es originario de la Psicología. En segundo lugar, no siempre es apropiado adoptar una definición ideada para otro ámbito del conocimiento sin ajustarla al nuevo ámbito de aplicación. Al respecto, la diversidad surgió en el ámbito de la Ecología, siendo posteriormente también utilizada en los estudios demográficos. Conviene considerar que, en algunos de los campos mencionados, la diversidad se tomaba como un indicador de la idoneidad de un sistema, como así ocurría en la Ecología. Realizadas las matizaciones anteriores, se pueden encontrar distintas definiciones para la diversidad como constructo en el ámbito de las ciencias sociales. ¿Cuál es la definición más adecuada? Esta pregunta no tiene una evidente respuesta. La definición de diversidad más conveniente, como es general en las disciplinas científicas, es la que recibe mayor adscripción por parte de los científicos, siendo preciso que la definición del constructo se diferencie claramente de otros, que resulte útil para conducir el proceso de interrogación científica y, además, que nos lleve a resultados de interés para describir, explicar y predecir los procesos de interés. En definitiva, triunfa el concepto que resulta más rentable en términos de avance científico.

La necesidad de una definición constitutiva es, como se ha indicado, fundamental para garantizar la comparabilidad entre los diferentes estudios en los cuales se trata sobre la diversidad. La definición que aquí se presenta de la diversidad como constructo es la siguiente: *cantidad conjunta de diferencias entre los miembros de una unidad social*. Nótese que esta definición permite entender el constructo

como una dimensión unipolar, o sea, desde la inexistencia de diversidad hasta su valor máximo. Ahora bien, la anterior definición general no distingue las distintas tipologías de la diversidad como constructo. Adviértase que la máxima diversidad puede darse si las proporciones de distintas características son idénticas (e. g., en un grupo compuesto por diez personas la mitad son mujeres y las restantes son hombres), la opinión de un grupo de personas está igualmente distribuido entre las dos puntuaciones más extremas (e. g., la mitad de un grupo de personas son totalmente favorables a realizar una acción y el resto absolutamente contrarios) o, finalmente, existe una distribución absolutamente desigual de un recurso, conocimiento o status (e. g., en un grupo de trabajo únicamente una persona asigna las tareas y el resto las ejecuta). Por tanto, estas diversas formas de entender la diversidad como constructo, que obviamente no pueden ser entremezcladas entre sí en los estudios empíricos, deben conllevar distintas definiciones para conectar la representación teórica con la medición empírica.

Se ha mencionado que para un constructo no puede obtenerse una medida directa en la realidad. Por tanto, se precisa de una *definición operacional* del constructo y, así, disponer de una medida empírica, remarcándose que es indirecta, del mismo. Es muy importante notar que, únicamente cuando se dispone de definiciones operacionales, es posible estudiar las relaciones entre los constructos, al menos si se pretende asegurar la contrastación objetiva de los enunciados científicos. Es en el momento en que se trata de realizar una definición operacional de la diversidad cuando los índices numéricos deben ser considerados. ¿Qué propiedades deben poseer los índices utilizados para cuantificar la diversidad? Primera, para representar la diversidad, el índice debe tomar el valor cero si existe homogeneidad, o sea, si no existe disimilitud para las medidas de la característica de interés. Se desprende que, como la diversidad se debe entender como un constructo unipolar, el índice tendrá que estar acotado inferiormente, es decir, el mínimo valor es cero. Segunda, a superiores valores del índice se deben corresponder incrementos en la diversidad. Tercera, un índice de diversidad debe tener cota superior.

Es preciso diferenciar tres tipos fundamentales de constructos sobre la diversidad. Así, el constructo diversidad debe ser distinguido según sea como *variedad*, *separación* o *disparidad* (Harrison y Klein, 2007). Cada uno de estos diferentes constructos de diversidad requiere su propia y específica definición operacional. En la diversidad entendida como variedad los miembros de una unidad social difieren respecto a un atributo (i.e., una característica cualitativa), como pueden ser el sexo, la nacionalidad o la etnia; la magnitud de la disimilitud entre los miembros de la unidad social es una función de la discrepancia respecto a la distribución uniforme para el conjunto de categorías (véase Figura 13.1); y, aunque existen diversas definiciones operacionales, las más usuales son los índices de *Blau* y de *Teachman*. En relación a la diversidad como separación, las unidades sociales difieren con respecto a un continuo (e. g., actitudes, opiniones, creencias y características de

personalidad); la disimilitud incrementa al aumentar la separación entre las localizaciones de las unidades sociales en el continuo; la máxima disimilitud se alcanza cuando las unidades están igualmente distribuidas en los extremos del continuo (véase Figura 13.2); y, por último, de entre los más habituales, se destacan la *desviación estándar* y la *distancia Euclídea promedio* como los índices más frecuentemente utilizados como definiciones operacionales de la diversidad entendida como separación. En cuanto a la diversidad como disparidad, las unidades sociales difieren en la cantidad que poseen de un determinado recurso o valor social (e. g., ingresos económicos, influencia social, habilidad y prestigio); la máxima disimilitud conlleva la asimetría en la distribución de las unidades sociales (véase Figura 13.3); y, para finalizar, entre las definiciones operacionales más usuales se hallan el *coeficiente de variación* y el *coeficiente de concentración de Gini*. En cuanto al tipo de escala de medida, ésta debe ser nominal, de intervalo y razón para los índices de variedad, separación y disparidad, respectivamente. No es infrecuente que, para los dos últimos tipos de variantes de diversidad, también se utilicen en escalas ordinales. Para realizar los correspondientes cálculos, en la Tabla 13.1 se muestran distintos índices, que ya se han mencionado anteriormente, y que pertenecen a las diversas variantes de la diversidad, es decir, a diferentes definiciones operacionales. Para cada variante del concepto de diversidad, los distintos índices, aunque están expresados en métricas diferentes, están relacionados. Es decir, si se calculara, por ejemplo, para varios grupos distintos de personas tanto el índice de *Blau* como el índice de *Teachman* para una característica de interés, se obtendría que, al incrementar uno también lo hace el otro, y viceversa. Este hecho no resulta sorprendente, pues ambos índices fueron ideados para cuantificar una misma propiedad.

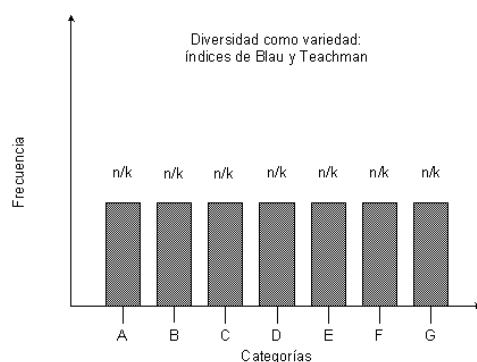


Figura 13.1: Distribución uniforme de los  $n$  miembros de un grupo entre las  $k$  categorías. Nótese que, para alcanzar el máximo valor de diversidad, se requiere que  $n = mk$ , siendo  $m$  un entero positivo.



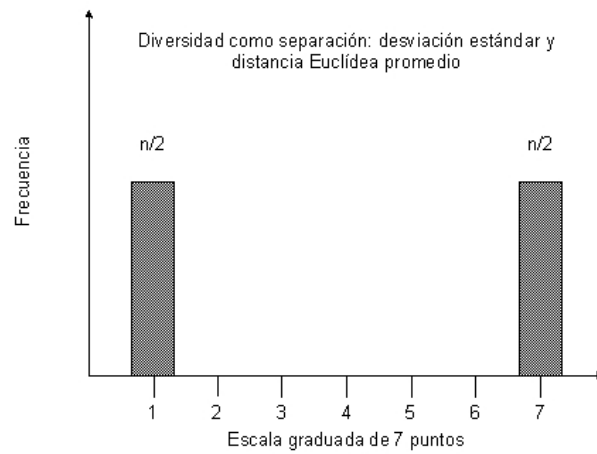


Figura 13.2: En la representación gráfica se advierte que el máximo valor de diversidad como separación se obtendrá si el tamaño de la unidad social,  $n$ , es par.

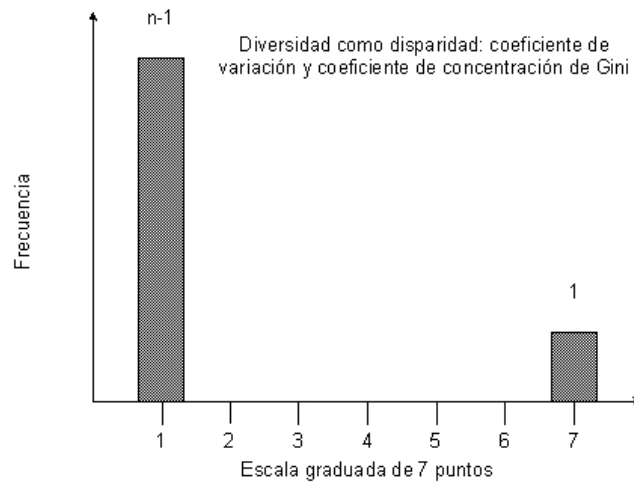


Figura 13.3: La distribución de puntuaciones se corresponde con el máximo nivel de disparidad.

Nótese que, para todos los índices, si se divide por el máximo valor, se obtendrá un indicador normado o normalizado, que no es idéntico a estandarizar; o sea, que toma valores comprendidos entre 0 y 1, correspondiendo, respectivamente, a la mínima y máxima diversidad.

Tabla 13.1: Para cada uno de los tres tipos de diversidad se facilitan dos de los más usuales índices, además de sus cotas superiores e inferiores. Mediante  $k$ ,  $p_i$  y  $\ln()$  se denotan, respectivamente, el número de categorías, la proporción para cada una de éstas y la función logaritmo neperiano o logaritmo natural. Por medio de  $x_{min}$  y  $x_{max}$  se simbolizan, respectivamente, el mínimo y el máximo valor que puede tomar la variable, mientras que  $n$  se utiliza para representar el tamaño del grupo de personas o, en general, la muestra. Finalmente,  $x_i$  y  $x_j$  denotan valores de los individuos del grupo o muestra, utilizándose el símbolo convencional para representar la media.

| Diversidad | Denominación índices        | Definición operacional  | Mínimo valor | Máximo valor                         |
|------------|-----------------------------|---|--------------|--------------------------------------|
| Variedad   | Índice de <i>Blaau</i>      | $1 - \sum_{i=1}^k p_i^2$  | 0            | $\frac{k-1}{k}$                      |
|            | Índice de <i>Teachman</i>   | $-\sum_{i=1}^k p_i \ln(p_i)$  | 0            | $\ln(k)$                             |
| Separación | Desviación estándar         | $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$                   | 0            | $\frac{x_{max} - x_{min}}{2}$        |
|            | Distancia Euclídea promedio | $\frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_i - x_j)^2}}{\sqrt{n^3}}$ | 0            | $\frac{x_{max} - x_{min}}{\sqrt{2}}$ |
| Disparidad | Coefficiente de variación   | $\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\bar{x} \sqrt{n}}$    | 0            | $\sqrt{n-1}$                         |
|            | Coefficiente de <i>Gini</i> | $\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n  x_i - x_j }{\bar{x} n^2}$       | 0            | $1 - \frac{1}{n}$                    |

## Descripción del estudio

Para mostrar cómo obtener los distintos índices de diversidad y también mostrar su interpretación, se formarán grupos constituidos por ocho personas. En cada grupo, sus distintos componentes tendrán que contestar diferentes preguntas sobre características sociodemográficas y una cuestión referida a relaciones sociales, además de responder, mediante una escala graduada de 6 puntos, en relación con su grado de acuerdo con la afirmación establecida en el enunciado (véase la Tabla 13.2).

Una vez proporcionadas las respuestas, los miembros de cada grupo compartirán sus contestaciones y, para cada variable, calcularán dos índices apropiados de diversidad. Será de utilidad disponer de una calculadora.

## Material para realizar el estudio

Para organizar la información, durante la realización del experimento, la Tabla 13.2 se utilizará para registrar los resultados obtenidos, que, con posterioridad, serán analizados.

La Tabla 13.3 se utilizará para indicar, para cada variable, además del tipo de diversidad correspondiente, el valor numérico para dos índices ideados para cuantificar esa clase de diversidad. Nótese que existe un total de dieciséis variables y, teniendo en cuenta que los grupos están formados por ocho personas, cada una de ellas puede realizar el cálculo de ambos índices para un par de variables. Con posterioridad, los resultados de todos los grupos estarán disponibles para todos y se podrán apreciar las diferencias y semejanzas.

## Para razonar y contestar

Las preguntas y reflexiones que a continuación se detallan deben ser realizadas en cada grupo:

1. Una vez calculados los índices de diversidad, ¿por qué resultaría de utilidad expresar ésta mediante un índice normado, o sea, con valores entre 0 y 1?
2. Tras realizar los cálculos oportunos, ordene, de menor a mayor diversidad, las características medidas para su grupo. Ahora, ¿cuáles son las características con menor y mayor diversidad?

Tabla 13.2: En la tabla se hallan preguntas referidas a algunas variables socio-demográficas y otras referentes a su opinión sobre algunos temas. En el segundo caso, se requiere una puntuación en escala graduada, donde “1”, “2”, “3”, “4”, “5” y “6” corresponden, respectivamente a “totalmente en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “parcialmente en desacuerdo”, “parcialmente de acuerdo”, “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”. Debe marcarse con un aspa el grado de desacuerdo o acuerdo para cada afirmación. Advierta que también se pregunta, en promedio, la cantidad de correos electrónicos que recibe de sus amistades.

| <b>Sexo:</b>   | <b>Edad:</b> | <b>Bachillerato de acceso a la universidad:</b> |   |   |   |   |
|--|--------------|---|---|---|---|---|
| <b>¿Cuántos correos electrónicos, en promedio, recibe al día de sus amistades?</b> |              |   |   |   |   |   |
| <b>Afirmaciones</b>  | 1            | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Debería legalizarse la eutanasia activa  |              |   |   |   |   |   |
| Existen delitos que justifican la pena de “cadena perpetua”                        |              |   |   |   |   |   |
| Defraudar a la hacienda pública está justificado                                   |              |   |   |   |   |   |
| La investigación científica es la única forma de alcanzar conocimiento cierto      |              |   |   |   |   |   |
| Hay que favorecer la energía nuclear frente a los combustibles fósiles             |              |   |   |   |   |   |
| Las normas están para incumplirlas   |              |   |   |   |   |   |
| Existe una entidad divina que creó el universo                                     |              |   |   |   |   |   |
| La bondad del ser humano es por naturaleza   |              |   |   |   |   |   |
| Son preferibles los recortes económicos en sanidad antes que en educación          |              |   |   |   |   |   |
| La Estadística es útil para los psicólogos   |              |   |   |   |   |   |
| Disminuiría mi calidad de vida para mejorar la del tercer mundo                    |              |   |   |   |   |   |
| Los conflictos bélicos pueden tener una justificación                              |              |   |   |   |   |   |

3. Si se consideran la totalidad de grupos, ¿cuáles son las características para las cuales la diversidad en los grupos es menor y mayor? ¿Son consistentes los resultados para el conjunto de los grupos que se han formado?
4. Como es factible que los resultados de diversidad obtenidos para las distintas características sean heterogéneos para el conjunto de los grupos que se han formado, ¿cómo podrían resumirse los resultados obtenidos para la totalidad de los grupos, es decir, qué índices estadísticos proporcionaría para establecer una síntesis global? Si considera que también deben facilitarse representaciones gráficas, indique cuáles y por qué.
5. Se hallan a lo largo del presente texto distintos ejemplos de características que se corresponden con cada uno de los tipos de diversidad. ¿Puede indicar dos nuevos ejemplos y no incluidos en el texto para cada tipo de diversidad?
6. Finalmente, ¿cuáles son los cinco principales aprendizajes que ha alcanzado?

Tabla 13.3: Para cada variable, debe especificarse el tipo diversidad (variedad, separación o disparidad) y proporcionar el valor numérico para dos índices apropiados.

| <b>Variable</b> | <b>Tipo de diversidad</b> | <b>Valor índice 1</b> | <b>Valor índice 2</b> |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sexo            |                           |                       |                       |
| Edad            |                           |                       |                       |
| Bachillerato    |                           |                       |                       |
| Correos         |                           |                       |                       |
| Eutanasia       |                           |                       |                       |
| Cadena perpetua |                           |                       |                       |
| Defraudar       |                           |                       |                       |
| Investigación   |                           |                       |                       |
| Energías        |                           |                       |                       |
| Normas          |                           |                       |                       |
| Divinidad       |                           |                       |                       |
| Bondad          |                           |                       |                       |
| Recortes        |                           |                       |                       |
| Estadística     |                           |                       |                       |
| Calidad de vida |                           |                       |                       |
| Conflictos      |                           |                       |                       |

## Capítulo 14

# Descripción bivariante

### Objetivo de la práctica

El propósito de esta práctica es trabajar con los índices estadísticos descriptivos que se pueden aplicar para caracterizar la relación entre variables sobre las cuales los estudiantes han recogido información mediante las diferentes técnicas de registro. Según la escala de medida se podría hablar solo de fuerza de la relación (variables nominales) o también de su dirección (variables ordinales y cuantitativas). Por lo tanto, a través de la práctica se pretende hacer hincapié en la necesidad de tener en cuenta la escala de medida de cada una de las dos variables cuya asociación se está cuantificando o estimando a nivel poblacional (algo que se trabajará en apartados posteriores). También se ilustrará cómo algunos indicadores son de aplicación más general que otros, (e.g., los que son apropiados independientemente de la cantidad de categorías en las variables nominales u ordinales). Adicionalmente, en algunos casos, cuando la cantidad de datos es reducida se sugiere que los estudiantes realicen los cálculos por su cuenta con tal de entender mejor qué operaciones se llevan a cabo con los datos y, de ahí, qué información proporcionan realmente los índices. En otras ocasiones se practicará la manera de obtener los indicadores numéricos y los gráficos mediante **R-Commander**, un paquete estadístico de acceso libre que podría ser útil para los alumnos en todos los trabajos que realicen en las diferentes asignaturas de la titulación de Psicología, así como también en su vida profesional fuera de la universidad.

### Descripción de las tareas

Tenga en cuenta que algunas de las preguntas hacen referencia a variables cualitativas y ordinales, mientras que otras a variables cuantitativas. Además, es posible que no en todas las preguntas se estudie la relación entre variables medidas en la

misma escala de medida. Por lo tanto, se debe saber si hay un indicador apropiado para variables medidas en diferentes escalas (y si dicho indicador está disponible en R-Commander) o, en cambio, hay que decidir cómo proceder para realizar la descripción bivariante.

## Con sus datos recogidos a través de la encuesta

1. Para estudiar la fuerza de la relación entre los estudios de procedencia y las razones para estudiar Psicología:
  - a. cree la tabla de contingencia;
  - b. calcule las frecuencias esperadas;
  - c. calcule un indicador cuantitativo adecuado;
  - d. interprete la información;
  - e. sugiera una representación gráfica adecuada.

Utilice el siguiente ejemplo (Tabla 14.1) como modelo de cómo obtener las frecuencias esperadas: se dispone de una muestra de 136 personas medidas en dos variables (género y subtipo de fobia), siendo las frecuencias absolutas en cada categoría las que se pueden apreciar en los marginales de la tabla de contingencia.

Tabla 14.1: Ejemplo para la obtención de la frecuencia esperada para personas que sean mujeres y que estén diagnosticadas con agorafobia (celda coloreada en rojo): en la muestra la probabilidad de ser mujer es  $67/136 = 0,493$ . La probabilidad de tener agorafobia es  $40/136 = 0,294$ . La probabilidad de que la persona pertenezca a ambas categorías es  $0,493 \times 0,294 = 0,145$ . Para obtener la frecuencia a partir de estas probabilidades hay que multiplicar por la cantidad de personas, por lo tanto,  $0,145 \times 136 \simeq 19,7$ .

|        | Agorafobia | Social | Especifica | Total      |
|--------|------------|--------|------------|------------|
| Mujer  | 19         | 12     | 12         | 67         |
| Hombre | 21         | 12     | 12         | 69         |
| Total  | 40         | 48     | 48         | <b>136</b> |

2. Para estudiar la fuerza de la relación entre los estudios de procedencia y las razones para estudiar Psicología calcule también la *odds* entre las categorías (vocación vs. otras) de la variable “razones para estudiar Psicología” para las personas de bachillerato científico y compárela con las *odds* para las personas de bachillerato humanístico, obteniendo la *odds ratio*.

Utilice el siguiente ejemplo (Tabla 14.2) como modelo de cómo obtener la *odds ratio*: se dispone de una muestra de 20 personas medidas en dos variables (tipo de contrato y diagnóstico de burnout).

Tabla 14.2: Odds para “Burnout: Sí” dentro de “Contrato temporal” =  $9/1 = 9$  personas con burnout por cada persona sin; Odds para “Burnout: Sí” dentro de “Contrato fijo” =  $3/7 = 0,43$  personas con burnout por cada persona sin; y Odds ratio:  $9/0,43 = 20,93$  veces más en riesgo de sufrir burnout si se tiene contrato temporal comparado con contrato fijo.

|                   | Burnout: Sí | Burnout: No | Total     |
|-------------------|-------------|-------------|-----------|
| Contrato temporal | 9           | 1           | 10        |
| Contrato fijo     | 3           | 7           | 10        |
| Total             | 12          | 8           | <b>20</b> |

3. Recodifique la variable “edad” de forma que tenga 2 o 3 categorías que se puedan ordenar. Valore la fuerza de la relación entre la variable “edad recodificada” y la valoración del grado de Psicología:
  - a. obtenga el número de concordancias, discordancias y empates para todas las comparaciones entre pares de participantes;
  - b. obtenga el valor de un indicador cuantitativo apropiado (consulte la sección **Expresiones de cálculo** del presente capítulo);
  - c. interprete su valor en términos de la intensidad y la dirección de la relación entre las variables.
  - d. construya un diagrama de puntos.
4. Valore la fuerza de la relación entre los estudios de procedencia de las personas encuestadas y su valoración del grado de Psicología.
5. Valore la fuerza de la relación entre las razones para estudiar Psicología y su valoración del grado de Psicología.

**Con los datos de todos del experimento sobre el efecto Stroop [Véase un ejemplo de archivo de datos Excel en <https://www.dropbox.com/s/m7omdfvlp9ju4sk/Datos%202012-2014.xls>, centrándose en las pestañas “Experimento” o “Experimento 2”, según la pregunta]**

1. Para estudiar la fuerza de la relación entre el número de errores y el tiempo de respuesta al acertar:



- a. proporcione una representación gráfica adecuada;
  - b. calcule un indicador cuantitativo;
  - c. interprete los resultados.
2. Para estudiar la fuerza de la relación entre el tipo de estímulo y el tiempo de respuesta al acertar:
    - a. proporcione una representación gráfica adecuada;
    - b. calcule un indicador cuantitativo;
    - c. interprete los resultados.
  3. Para estudiar la fuerza de la relación entre el tipo de estímulo y el número de errores:
    - a. proporcione una representación gráfica adecuada;
    - b. calcule un indicador cuantitativo;
    - c. interprete los resultados.
  4. Para estudiar la fuerza de la relación entre el tipo de tarea y el número de errores:
    - a. proporcione una representación gráfica adecuada;
    - b. calcule un indicador cuantitativo;
    - c. interprete los resultados.
  5. Para estudiar la relación entre el orden de presentación y el tiempo de respuesta para aciertos dentro de la condición “concordante”:
    - a. proporcione una representación gráfica adecuada;
    - b. calcule un indicador cuantitativo;
    - c. interprete los resultados.

## Material para realizar la práctica

- La base de datos de la práctica de la encuesta.
- Los resultados de la práctica sobre el efecto Stroop.

## Para razonar y contestar

1. ¿Por qué puede ser útil agrupar categorías a la hora de estudiar la asociación entre dos variables cualitativas? ¿Qué tipo de criterio es recomendable seguir a la hora de llevar a cabo dicha agrupación?
2. Si se dispone de dos variables cuantitativas, ¿qué se ha de hacer antes de calcular un índice estadístico?
3. ¿Cómo interpretaría un valor igual a 0 para el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson?
4. ¿Cómo interpretaría un valor igual a 3 para el índice ji-cuadrado?
5. ¿Cómo interpretaría un valor igual a  $-1$  para el índice V de Cramér?

## Expresiones de cálculo

$n$  = número de participantes;  $C$  = número de concordancias;  $D$  = número de discordancias;  $T_X$  = número de empates en la variable  $X$ ,  $T_Y$  = número de empates en la variable  $Y$ ,  $T_{XY}$  = número de empates en ambas variables;  $q = \min(I, J)$ ; y  $n(n-1)/2$  = número de comparaciones

$$\hat{\gamma} = \frac{C - D}{C + D} \quad \hat{d}_{Y|X} = \frac{C - D}{n(n-1)/2 - T_X} \quad \hat{e} = \frac{C - D}{n(n-1)/2 - T_{XY}}; \quad -1 \leq \hat{e} \leq 1$$

$$\hat{\tau}_a = \frac{C - D}{n(n-1)/2} \quad \hat{\tau}_b = \frac{C - D}{\sqrt{(n(n-1)/2 - T_Y)(n(n-1)/2 - T_X)}}$$

$$\hat{\tau}_c = \frac{2q(C - D)}{n^2(q - 1)}; \quad -1 \leq \hat{\tau}_c \leq 1$$

## Lecturas recomendadas

Peró, M., Leiva, D., Guàrdia, J., y Solanas, A. (Eds.) (2012). *Estadística aplicada a las ciencias sociales mediante R y R-Commander*. Barcelona: Ibergarceta. (Capítulo 4).

Solanas, A., Salafranca, Ll., Fauquet, J., y Núñez, M. I. (2005). *Estadística descriptiva en ciencias del comportamiento*. Madrid: Thomson. (Capítulos 10, 11 y 12).

## Capítulo 15

# Concordancia diádica en personalidad

### Introducción

Son abundantes los estudios que han verificado similitudes entre los cónyuges. Al respecto, predominan los matrimonios entre personas de la misma etnia, hecho que pudiera explicarse a partir del llamado *modelo de similitud-atracción* (Byrne, 1971). Una consecuencia de este modelo es que la atracción que experimentan entre sí las personas es una función del grado de similitud entre ambas; o sea, a mayor grado de similitud se espera, en general, mayor atracción. Para proporcionar otros ejemplos, los estudios realizados también han encontrado que los cónyuges presentan una similitud en edad, lo cual pudiera explicarse también por otros factores, no exclusivamente propios de aspectos psicológicos.

Pero, ¿son similares los cónyuges respecto a sus características de personalidad? O sea, ¿existe *similitud diádica* entre los consortes respecto a las dimensiones de la personalidad? Es relativamente usual escuchar la afirmación “los opuestos se atraen”, pero los estudios realizados no apuntan hacia esa dirección. Los estudios empíricos han hallado, en general, valores ligeramente positivos del coeficiente de correlación lineal producto-momento. Es decir, parecerían apoyar que existe cierta similitud diádica entre los cónyuges. De hecho, la intensidad de la asociación, salvo en escasos estudios y para algunas dimensiones de personalidad, no es especialmente apreciable (Han, Weed, y Butcher, 2003). Por tanto, aunque existe una leve evidencia a favor de cierta similitud diádica, ésta no es suficientemente fuerte como para considerar que la similitud diádica respecto a las propiedades de personalidad resulte ser un factor crítico para la elección de pareja y, así, el modelo de similitud-atracción no parece explicar cómo se produce la mutua elección entre los cónyuges, al menos si se consideran las características de personalidad. Ade-

más, debe tenerse en cuenta que existen algunas características que se perciben con mayor facilidad, como son la etnia o las costumbres, que otras, como son las propiedades de personalidad.

En el presente estudio se tratará de aportar nueva evidencia sobre la similitud diádica respecto a las características de personalidad entre los cónyuges y, por tanto, de nuevo se contrastarán las consecuencias derivadas del modelo de similitud-atracción.

## Descripción del estudio

Se formarán grupos compuestos por ocho estudiantes. Cada estudiante del grupo deberá administrar una prueba psicológica para medir las características de personalidad a tres matrimonios. En concreto, se administrará la prueba psicológica NEO-FFI (Costa y McCrae, 2008), que permite la evaluación de las cinco dimensiones de personalidad correspondientes al modelo denominado “Los cinco grandes”, que está compuesto por los siguientes factores de personalidad: neuroticismo, extraversión, apertura, amabilidad y responsabilidad. Antes de iniciar las respuestas a los ítems de la prueba psicológica, en el apartado adecuado de la hoja de respuestas, se deberá rellenar la información referente al sexo y la edad de quien responde. Posteriormente se procederá a contestar a las sesenta afirmaciones. En el caso de personas de avanzada edad, si es que las hubiera, la persona que administra la prueba psicológica prestará la asistencia precisa para que se entiendan correctamente las afirmaciones de los reactivos y se proporcionen con precisión las respuestas.

Como ya se ha indicado, los estudiantes de cada grupo deberán administrar el test a ambos miembros para un total de tres matrimonios. En función de la edad de ambos cónyuges, el matrimonio se clasificará como *joven*, *maduro* o *mayor*. Por matrimonios jóvenes se entenderán aquellos para los cuales las edades de los dos cónyuges estén comprendidas entre 25 y 45 años de edad, ambos valores inclusive. Se definen como matrimonios maduros aquellos para los cuales las edades de los dos cónyuges estén comprendidas entre 46 y 65 años de edad, de nuevo con ambos valores inclusive. Con respecto a los matrimonios mayores, se entenderán todos aquellos para los cuales ambos miembros tengan una edad igual o superior a 66 años cumplidos. Sería conveniente no incluir en el estudio a aquellos matrimonios para los cuales, atendiendo a uno u otro de ambos cónyuges, se ubiquen en distintos grupos de edad. Si se produjera esta última condición, el matrimonio se clasificaría según la edad del cónyuge con menor edad. La clasificación de los matrimonios propuesta es, sin duda, arbitraria, pero tiene por objetivo principal verificar si, a lo largo de tres generaciones más o menos distinguibles, se notan diferencias en la

similitud diádica respecto a las características de personalidad.

Una vez los ocho miembros de cada grupo de estudiantes hayan recogido los datos correspondientes a la administración de la prueba psicológica, deberán introducir éstos en el editor de datos de la aplicación informática Excel. Como realizar el estudio con los datos recogidos para la totalidad de los grupos de estudiantes es parte de la presente práctica, deberá seguirse un mismo procedimiento. En la Tabla 15.1 se muestra el orden en el cual las diferentes variables deberán ubicarse en el editor de datos Excel. La información para el total de los grupos puede agregarse en un mismo archivo Excel y, posteriormente, importarse desde R-Commander.

Tabla 15.1: Se muestra la disposición de las variables en el orden que deben ser introducidas en el editor de datos de Excel. En primer lugar, cada variable debe estar en una columna distinta. En segundo, nótese que en las primeras cinco columnas deberán especificarse los valores de personalidad para las cinco características del miembro femenino del matrimonio y en el orden siguiente: neuroticismo, extraversión, apertura, amabilidad y responsabilidad. En la sexta columna se especificará la edad para la mujer. Por último, el mismo orden para las seis variables se seguirá para introducir los valores correspondientes al miembro masculino del matrimonio.

| <i>NEU<sub>M</sub></i> | <i>EXT<sub>M</sub></i> | <i>APE<sub>M</sub></i> | <i>AMA<sub>M</sub></i> | <i>RES<sub>M</sub></i> | <i>EDA<sub>M</sub></i> | <i>NEU<sub>H</sub></i> | <i>EXT<sub>H</sub></i> | <i>APE<sub>H</sub></i> | <i>AMA<sub>H</sub></i> | <i>RES<sub>H</sub></i> | <i>EDA<sub>H</sub></i> |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      |
| -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      |
| -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      | -                      |

## Material para realizar el estudio

La prueba psicológica NEO-FFI (Costa y McCrae, 2008) está compuesta por sesenta reactivos. Este test psicológico permite la evaluación de las cinco dimensiones de personalidad correspondientes al modelo conocido como “Los cinco grandes”, que está compuesto por los siguientes factores de personalidad: neuroticismo, extraversión, apertura, amabilidad y responsabilidad. La respuesta a los reactivos se proporciona mediante una escala graduada, siendo el tipo de aplicación colectiva, y el tiempo estimado para completar las respuestas es de veinte minutos. Este material se proporcionará a los estudiantes.

## Para razonar y contestar

Las preguntas y reflexiones que a continuación se indican deben ser realizadas en cada grupo, salvo que se señale lo contrario:

1. Con la información disponible por cada grupo, ¿la representación gráfica de los pares de variables, o sea, las puntuaciones para cada dimensión de personalidad a partir de las diferentes parejas de cónyuges muestran relaciones lineales?
2. A partir de las decisiones tomadas en el apartado anterior, obténgase una medida apropiada del grado de asociación o relación entre las distintas características de personalidad de los cónyuges. ¿Qué conclusiones se alcanzan sobre la similitud diádica entre los cónyuges con los datos obtenidos en cada grupo de estudiantes?
3. ¿Existen anomalías que justifiquen que los resultados estadísticos pudieran no ser representativos para el conjunto de datos disponibles?
4. Realmente, si se utilizan, como se hace habitualmente en los estudios sobre la similitud diádica entre cónyuges, coeficientes de asociación, ¿se está midiendo la similitud diádica entre las características de personalidad de los cónyuges?
5. Cuando se considera conjuntamente la información obtenida por la totalidad de los grupos de estudiantes, ¿qué se puede sugerir respecto a la verosimilitud del modelo de similitud-atracción?
6. ¿Con qué finalidad podríamos utilizar la matriz de variancias y covariancias en este caso? ¿Nos sería más útil la matriz de correlaciones?
7. De nuevo considerando el total de la información disponible, ¿se advierten diferencias si se realizan los análisis estadísticos separadamente para los estratos de edad (jóvenes, maduros y mayores) de los matrimonios?
8. Explore si hay relación entre el grupo de edad y alguno de los rasgos de personalidad. Evalúe la fuerza de dicha relación. (Considere que existen baremos diferentes según la edad.)
9. Explore si hay relación entre el género y alguno de los rasgos de personalidad. Evalúe la fuerza de dicha relación. (Considere que existen baremos diferentes según el género.) Adviértase que para las dos últimas preguntas puede ser necesario reorganizar la matriz de datos.
10. Finalmente, ¿cuáles son, si se produjeron, los cinco aprendizajes más relevantes que se han alcanzado durante la realización de la presente práctica?

# Capítulo 16

## Análisis de Contenido

### Introducción

La metodología cualitativa se centra en la esencia del objeto de estudio según diferentes perspectivas. Se suele dar importancia no solo a los acontecimientos objetivos, sino también a cómo éstos son explicados a nivel verbal e interpretados por las personas que forman parte del contexto. El énfasis suele ponerse en la descripción, pero también en el desarrollo de teorías a partir de la constante interrelación entre datos y conceptos que se van afinando. La recogida de la información suele basarse en la observación participante, lo que implica un conocimiento más cercano, pero también más subjetivo por parte del investigador. La manera de analizar y dar sentido a la información que se obtiene depende del enfoque cualitativo que se esté siguiendo, pero en muchas ocasiones existe la posibilidad de realizar una devolución a los participantes, de manera que éstos puedan validar las interpretaciones de los investigadores, quienes a su vez, pueden considerar si es necesario que modifiquen sus conclusiones. En la presente práctica se utilizará el análisis de contenido para resumir y estructurar la experiencia tal y como ésta ha sido explicada por la persona que la ha vivido, así como también para ofrecer una breve síntesis (sin ánimos de construir teorías) del relato de la participante.

### Objetivo de la práctica

El propósito de la presente práctica es hacer una primera aproximación al análisis de contenido, centrándose en un texto real relacionado con experiencias vitales susceptibles de ser estudiadas desde la Psicología. La investigación en la que se enmarca el texto sigue la metodología cualitativa y parte de una pregunta inicial en la que plantea a la participante llamada Teresa que describa algo muy desafortunado que ha ocurrido en su vida. Posteriormente, se realizan entrevistas (*triangulación*)



para completar y clarificar la información proporcionada por Teresa (*enfoque émi-co*), dependiendo los pasos posteriores de la investigación del enfoque concreto que siguen los investigadores. Tanto el texto escrito inicialmente, como las respuestas a las preguntas posteriores pueden ser objeto de análisis del contenido, aunque solo nos centraremos en el texto.

Para la práctica, los primeros pasos del análisis de contenido son:

1. Información básica del texto: Investigación sobre trauma y resiliencia a partir de las descripciones de las personas que hayan sufrido el trauma. El texto es producido por una persona de 26 años llamada Teresa y la información es recogida por un compañero de clase que posteriormente realiza una entrevista con ella.
2. El texto es una descripción de un suceso muy desafortunado (sin especificar más), escrita por la propia Teresa, bajo demanda (i.e., no de forma espontánea).
3. Muestreo: a) intertextual: no es posible, hay un único texto; b) intratextual: se ha seleccionado la parte del texto desde donde Teresa recibe la noticia de que tiene cáncer hasta el final.
4. Transcripción: no es necesaria, no se trata de una producción oral, sino escrita.
5. Unidad textual: se sugiere que sea una o varias frases con el mismo significado en cuanto a los sucesos y pensamientos/sentimientos descritos por Teresa.
6. Unidad contextual: sería todo el texto; en la categorización ética se tendrá en cuenta el momento temporal que describe el fragmento del texto (i.e., su cercanía o lejanía al momento de conocer la noticia).

Posteriormente se realizará la codificación utilizando etiquetas más concretas y, finalmente, más abstractas, antes de utilizar el tipo más básico de cuantificación como soporte a la interpretación de la información proporcionada por Teresa.

## Descripción de las tareas

1. Lea el texto para conocer el contenido general del suceso descrito por Teresa y conocer el contexto.
2. Utilizando como unidad textual la cantidad de texto contiguo que expresa la misma idea (una frase parte de una oración, una oración completa o varias oraciones), realice la segmentación del texto.

3. Asigne las etiquetas de primer orden con el objetivo de sintetizar el texto. Estas etiquetas han de ser de carácter émico, próximas al lenguaje de Teresa.
4. Agrupe las diferentes etiquetas de primer orden en conceptos más abstractos, según el significado de los fragmentos de texto. En este caso se seguiría una perspectiva ética que contemple los siguientes dos aspectos (o sistemas de categorías):
  - a) quién es el agente - Teresa o las personas de su entorno, complementariamente se pueden categorizar personas (Teresa incluida) que se muestran como pasivas;
  - b) cuál es la reacción de Teresa ante los sucesos de su vida - lo evalúa de forma positiva (ganancia) o negativa (pérdida).

El criterio a) de categorización proviene del análisis del discurso llevado a cabo por McMullen (2011), mientras que el criterio b) se basa en el análisis hecho por Charmaz (2011) desde la perspectiva de la Teoría Fundamentada. No hay que perder de vista otros sistemas de categorías y otras categorías que también podrían establecerse en función de la perspectiva teórica desde la cual se enfoca el texto.

5. Obtenga la frecuencia de ocurrencia de cada categoría y realice las comparaciones pertinentes entre las categorías que lógicamente han de ser comparadas.
6. Interprete los resultados de la categorización teniendo en cuenta el momento del discurso en el cual aparecen las diferentes categorías.

## Material para realizar la práctica

- El texto original escrito por Teresa en inglés: Ver Anexo 1 (extraído de pp. 104-107 de Wertz et al., 2011).
- La traducción al castellano del texto escrito por Teresa: Ver Anexo 2 (traducción propia).

## Para razonar y contestar

1. Si se hubiera seleccionado la palabra como unidad textual, ¿cómo tendría que ser la unidad contextual?
2. ¿En qué situaciones se espera que dos investigadores obtengan resultados parecidos y en cuáles el análisis de contenido realizado por uno y otro pueden

divergir en mayor medida? Es decir, ¿qué elemento serviría para unificar?

3. En la práctica se propone comparar entre las frecuencias de ocurrencia de dos categorías del mismo sistema; ¿qué medida se podría utilizar con la misma finalidad?

## Lecturas complementarias

Riba Campos, C. E. (2007). La metodología cualitativa en l'estudi del comportament. Barcelona: Editorial UOC.

### Anexo 1

**Instructions:** *Describe in writing a situation when something very unfortunate happened to you. Share I detail what happened, what you felt and did, and what happened after that, including how you responded and what came of this even in your life.*

[Teresa has just received the news that she has cancer, which needs to be removed.]

Then there was silence, and he just sat there, staring at me, waiting for who knows what. I sat back in my chair a little, let out a big breath, and stared back at him. “Okay”, I said. “What’re we going to do about it?” In an instant, he was fumbling around on his desk, grabbing a pen and notepad, clearing a space in the midst of the odd clutter. He drew a picture of what seemed to be the two lobes of the thyroid gland (which looked rather like a weird kind of bow tie), then drew out the incisions and various possible mishaps that could occur. I took it all in very methodically, as though we were talking about someone else entirely that he’d be cutting into the next morning. After that was done, he leaned back in his chair and asked me if I had any questions, and I didn’t. Then, perhaps in an effort to make small talk, he asked, “So you’re a college student... what’s your major?” I told him it was vocal performance, and his face went white. He looked grimmer now than he had at any point in our conversation. “Look”, he said very gently, “because of where this thing is and what we’re going to have to do, there’s a chance you won’t be able to even speak the same way again. You may not be able to be singing anymore after this.”

I froze, I couldn’t breathe, couldn’t move, couldn’t even blink. I felt like I had

just been shot. My gut had locked up like I'd been punched in it. My mouth went dry and my fingers, which had been fumbling with a pen, were suddenly cold and numb. Apparently picking up on my shock, the surgeon smiled a little. "We're going to save your life, though. That's what counts. And you know what? The other surgeon working with me is a voice guy. We're going to do everything we can not to be too intrusive." I started to breathe a little, very little, and I felt myself trembling. I tried to say something meaningful, expressive... all that I could manage was: "Man... I was actually pretty good."

Then, all of me let loose. I was sobbing, but there was no sound; just a torrent of tears, and the hiss of crying from my open mouth, pushing through the pressure of the accursed mass. The surgeon hastened to my side, armed with a tissue and a firm, reassuring hand on my shoulder. I heard him speaking softly from beside me as I heaved in my silent wailing. "You're going to beat this. You're young and you're going to beat this thing. And you'll get your voice back, and you'll be singing at the Met. And I want tickets so don't forget me." Slowly, I came back to myself, began to breathe again, and listened to the surgeon as he told me that he was going to use the smallest breathing tubes possible, even make the cleanest possible work of incision. By the end of the visit, I was completely drained, like a ghost of my former self. I felt as though the biggest and best part of me had died in that office. Cancer wasn't as frightening to me as never being able to sing again. Singing had been my life for as long as I could remember; the one thing I could excel at, the only thing I knew. It had been my solace in all my times of distress, through every hardship... this would be the most grueling hardship of all, and I wouldn't be able to sing my way out of it. Literally. Worst of all, I still had to tell my mother.

The meeting in the surgeon's office is what, for me, qualifies as my most unfortunate event to date. The next day, I went into surgery, and it went very well. It took a bit longer than expected, since the mass, a large exponentially growing tumor, had already begun spreading to my lymphnodic tract and the muscle tissue on the left side of my neck. When I woke up from surgery, I no longer had any thyroid at all, and had also lost some muscle tissue in my neck and two parathyroids. My voice was indeed changed, and it was very hard to speak for a few weeks. Later, my speaking voice returned, but my singing voice wasn't as quick to reemerge; I was left with no choice but to leave the music school at my university and give up all of my singing projects. I had been a cantor at three area churches, and found that I could no longer bring myself to go to church at all... it was too painful to go if I couldn't sing. All my friends had been fellow singers, and I knew that they couldn't bear the discomfort of being around me under circumstances. My voice teacher, who was like another father to me, greeted me in tears each time he saw me afterwards... he was there for my surgery, and was the last person I saw before my anesthesia kicked in. Seeing the dreams we had built together go to pieces the

way they did was just too much for either of us, and we spoke very little after that.

Many suggested that I take a break from school, that no one would think any less of me, but I was determined to move on as if nothing had happened. When I met new people, I no longer introduced myself as a singer, which was strange for me. Now, I was a psychology major, and I told people this as though I had always been. I suddenly had nonmusical friends, which was also odd, yet strangely refreshing. I was having conversations that I never had the opportunity for in my previous life; my friends were now philosophers, scientists, poets, and historians, and I was learning of a life beyond the hallow catacombs of practice rooms, voice studios, and recital halls. On top of that, I took fencing, motorcycling, rock climbing, and theater acting, and seemed to do pretty well. Frankly, I just wanted to live as much as I possibly could, and do everything imaginable while I was at it. Meanwhile, I had also become acquainted with the intricacies of cancer treatment, undergoing a series of radiation bouts and long days alone in clean isolation rooms so I wouldn't contaminate anyone while radiating. Just when I could fool myself into thinking I was normal again, I'd be back in the hospital.

It took an extra year to get through my undergrad work due to the change of major, during which I met and married my very nonmusical, very academically inclined husband. I began contemplating what to do with my bachelor's degree in psychology when, three years after my surgery, my singing voice began to come slowly toward getting my voice back in shape, and eventually maintained my own voice studio of around sixty students, serving as my own poster child for the miracles of good voice technique. I sang with two opera choruses, got back into singing at weddings and church services a bit, even visited my old voice teacher a few times for a few lessons. Still I loved my newfound intellectual life, and I didn't want to give it all up and go back to the grind of full-time classical singing. Besides, I had discovered that, while my voice was still misbehaving (and often does, to this day), I could sing other kinds of music pretty well, particularly rock and blues. I began tinkering with writing my own music, and eventually acquired my own regular gigs at night clubs and live music venues. I continued in my psychology work, as I do now, for I love it dearly, particularly in that it brought forth in me a part of myself I never knew I had, one that seems to hold its own well enough with the more intellectual crowd. The intensive opera chorus work still makes me an opera singer, but that doesn't seem so important to me anymore. I can sing my own music now, so I'm a singer in an entirely new way. I've officially been in remission for over a year now, and, since my type of cancer is an angry sort, I have to go in for scans twice a year. As I see it, though, if I could get through that day in the office with that surgeon (who, by the way, I fully intend to invite to my first breakthrough gig, whatever style of music I'm singing at the time), I suppose I can get through just about anything.

## Anexo 2

**Instrucciones:** *Describe por escrito una situación en la cual algo muy desafortunado le sucedió. Comparta en detalle lo que pasó, cómo se sintió y qué hizo, qué paso después, incluyendo cuál fue su respuesta y qué resultados tuvo este acontecimiento en su vida.*

[Teresa acaba de recibir la noticia que tiene cáncer y que lo han de extirpar]

Entonces hubo silencio y él estaba sentado allí, mirándome fijamente, quién sabe qué estaba esperando. Me senté un poco hacia atrás en mi silla, resoplé y a su vez le miré fijamente. “Vale”, dije. “¿Qué haremos al respecto?”. De repente, él se puso a toquetear cosas de su mesa, cogiendo un bolígrafo y un bloc de notas, limpiando el espacio en medio del desorden. Dibujó una imagen de lo que parecían los dos lóbulos de la glándula tiroidea (que parecía más bien un nudo raro de corbata); después dibujó las incisiones y diversos problemas que podrían ocurrir. Me lo tomé todo de una manera metódica, como si estuviéramos hablando de otra persona que sería cortada la mañana siguiente. Después de esto, él se inclinó hacia atrás en la silla y me preguntó si tenía preguntas; no tuve. Entonces, quizás intentando iniciar una charla amistosa preguntó “Bueno, eres estudiantes... ¿qué estudias?” Le dije que estudiaba actuación vocal y su cara se puso blanca. Ahora tenía un aspecto más siniestro en comparación con cualquier otro momento de la conversación. “Mira”, dijo suavemente, “puesto que esta cosa está donde está y debido a lo que tendremos que hacer, es posible que ni siquiera puedas hablar de la misma manera de aquí en adelante. Es posible que no puedas seguir cantando.”

Me quedé helada, no podía respirar, ni moverme, ni siquiera pestañear. Me sentía como si me hubieran disparado. Mis entrañas se habían comprimido como si hubiera recibido un golpe. Mi boca se secó y mis dedos, que estaban jugando con un bolígrafo, se pusieron fríos e insensibles. Quizás debido a mi shock, el cirujano sonrió un poco. “En cualquier caso, te salvaremos la vida. Eso es lo que importa. ¿Y sabes qué? El otro cirujano que trabaja conmigo está especializado en la voz. Haremos todo lo posible para no ser demasiado intrusivos.” Empecé a respirar un poquito otra vez, muy poquito, y notaba que estaba temblando. Intenté decir algo con sentido, expresivo... lo único que conseguí fue: “Hombre... de hecho era bastante buena.”

Entonces, di rienda suelta a mis emociones. Estaba sollozando, pero sin ningún sonido: un torrente de lágrimas y el ruido mis lloros por mi boca abierta, empujando a través de la presión de la maldita masa. El cirujano se me acercó, armado con un pañuelo y con una mano firme y reconfortante en mi hombro. Le escuché hablar suavemente desde mi lado mientras dejaba atrás mis gemidos. “Lo superarás. Eres

joven y lo superarás. Y recuperarás tu voz, y cantarás en el Met. Y quiero entradas, así que no te olvides de mí.” Lentamente, volví en sí, empecé a respirar otra vez y escuché al cirujano mientras me decía que iba a utilizar el tubo de respirar más pequeño posible, haciendo la incisión más limpia posible. Cuando la visita se acabó, estaba totalmente vaciada, como si fuera un fantasma de mi yo anterior. Sentía que la mayor y la mejor parte de mí había muerto en esta oficina. El cáncer no era tan temible como el hecho de no poder cantar otra vez. Cantar había sido parte de mi vida desde siempre; era la cosa en la sobresalía, la única cosa que sabía hacer. Era mi salvación en los tiempos de angustia, a través de todas las dificultades... esta sería la dificultad más agotadora y no sería capaz de salir de ella cantando. Literalmente. Lo peor de todo era que todavía me quedaba decírselo a mi madre.

La reunión en la oficina del cirujano es, para mí, el acontecimiento más desafortunado de mi vida hasta ahora. Al día siguiente entré en cirugía y todo fue muy bien. Duró algo más del esperado, ya que la masa, un tumor de crecimiento exponencial, ya había empezado a extenderse por los nodos linfáticos y por el tejido muscular de la parte izquierda de mi cuello. Cuando me desperté de la cirugía, ya no tenía tiroides y además había perdido algo de tejido muscular de mi cuello y dos paratiroides. Sin duda mi voz estaba cambiada y era muy difícil hablar durante varias semanas. Después volvió mi “voz de hablar”, pero mi voz de cantar tardó más en re-emergir; no tuve otra opción que dejar la escuela musical de la universidad y abandonar todos mis proyectos relacionados con cantar. Hasta entonces cantaba en tres iglesias y entendí que ya no podía ir allí de ninguna manera... era demasiado doloroso ir si no podría cantar. Todos mis amigos eran cantantes y sabía que no soportarían la incomodidad de estar a mi lado en estas circunstancias. Mi profesor de voz, que era como padre para mí, me saludaba en lágrimas cada vez que me veía... estuvo allí en la cirugía y fue la última persona que vi antes de que la anestesia tuviera efecto. Ver los sueños que habíamos construido juntos romperse en pedazos era demasiado duro para ambos y a partir de entonces hemos hablado muy poco.

Muchos sugirieron que dejara la escuela durante un tiempo, que nadie me valoraría menos por ello, pero estaba decidida a seguir adelante como si nada hubiese ocurrido. Cuando conocía a gente nueva, ya no me presentaba como cantante, algo que me resultaba extraño. Ahora era estudiante de psicología y así se lo decía a la gente, como si siempre lo hubiera sido. De pronto tenía amigos no relacionados con la música, lo que también era raro, aunque sorprendentemente refrescante. Tenía conversaciones que antes no había tenido la oportunidad de tener en mi vida anterior; mis amigos ahora eran filósofos, científicos, poetas, historiadores y empezaba a aprender sobre una vida más allá de las catacumbas de las aulas de practicar, los estudios de voz y las salas de recitales. Además, empecé a practicar esgrima, ir en motocicleta, escalar, practicar actuación teatral y parecía que se me daba bien. Sinceramente, solo quería vivir al máximo y hacer todo lo imaginable mientras tan-

to. En este tiempo, también llegué a conocer las especificidades del tratamiento de cáncer, pasando por series de radiación y largos días en habitaciones limpias de aislamiento para que no contaminara a nadie mientras irradiaba. Cuando empezaba a imaginarme que era normal otra vez, había que volver al hospital.

Necesité otro año para acabar con mi trabajo de grado, debido al cambio de especialidad y mientras tanto conocí y me casé con mi marido que no es nada musical y muy dedicado al mundo académico. Empecé a considerar qué hacer con mi diploma de grado de Psicología cuando, tres años después de mi cirugía, mi “voz de cantar” empezó a volver despacio y, finalmente, pude tener mi propio estudio de voz con unos sesenta alumnos, sirviendo de mi propio ejemplo de los milagros de la buena técnica vocal. Empecé a cantar en dos coros de ópera, volví a cantar en bodas y en servicios en la iglesia, incluso visité a mi viejo profesor de voz algunas veces para unas clases. Aun así, me gustaba mi nueva vida intelectual y no quería abandonarla y volver a la opresión de cantar todo el tiempo. Además, había descubierto que, a pesar de que mi voz todavía fallaba (y sigue fallando incluso ahora), podía cantar otros estilos de música bastante bien, especialmente rock y blues. Empecé a intentar escribir mi propia música e incluso pude tener mis propios conciertos en clubs nocturnos y en escenarios de música en directo. Continué con mi trabajo psicológico, y sigo ahora, porque es una parte muy querida para mí, especialmente debido a que me llevó a descubrir una parte de mí que desconocía, una que parece que se entiende bien con la gente más intelectual. El trabajo intensivo con los coros de ópera sí implica que soy cantante de ópera, pero eso ya no me parece tan importante. Ahora puedo cantar mi propia música, así que soy cantante de una forma completamente diferente. Llevo más de un año oficialmente en remisión y, debido a que mi cáncer es agresivo, tengo que seguir una revisión médica dos veces al año. Sin embargo, tal y como lo veo, si pude superar aquel día en el despacho del cirujano (a quien por cierto pretendo invitar a mi primer gran concierto, independientemente del estilo musical que cante en ese momento), supongo que puedo superar lo que sea.



## Capítulo 17

# Repaso de algunos contenidos

### Objetivo de la práctica

El propósito de esta práctica es llevar a cabo un repaso de algunos de los conceptos clave de la asignatura. Dicho repaso será el resultado de la reflexión individual y conjunta de los estudiantes guiados por el profesor. Los contenidos son importantes, aunque no necesariamente los más importantes dentro del marco de la asignatura, y se han escogido con la finalidad de evitar que se consoliden ideas metodológicas y estadísticas erróneas comunes. Uno de los principales objetivos es ilustrar que la metodología es principalmente un medio para conseguir un fin y, por lo tanto, su adecuación depende de cuál es este fin. Complementariamente, se pretende clarificar cómo el uso incorrecto de ciertos aspectos metodológicos puede tener incidencia crítica sobre los resultados obtenidos en los estudios.

### Descripción de las tareas

1. Antes de la clase: haber hecho las lecturas correspondientes a cada tema con el objetivo de disponer de una base de conocimientos que permita el aprovechamiento de la práctica.
2. En clase: discutir en pequeño grupos cuáles de los enunciados son verdaderos y cuáles no.
3. Justificar, para aquellos enunciados etiquetados como incorrectos, por qué se consideran como tales. Dar contraejemplos a lo que se postula en dichos enunciados.

## Material para realizar la práctica

- Los grupos formados al azar son equivalentes.
- Si es posible, es recomendable formar los grupos aleatoriamente.
- Estandarizar una variable consigue que su distribución se normalice.
- Una asimetría negativa implica la siguiente relación entre los indicadores: moda < mediana < media.
- Los estudios científicos parten de hipótesis.
- En la descripción univariante de variables cualitativas sólo se pueden calcular frecuencias y proporciones e identificar la categoría modal.
- Para estudiar la relación entre dos variables cuantitativas se puede utilizar el indicador ji-cuadrado.
- En un estudio que compara hombres y mujeres respecto a su preferencia de programas de televisión, el género es una variable independiente.
- Cuando se calcula una correlación no puede hablarse de que una de las variables sea la causa de la otra.
- En una entrevista se busca obtener información subjetiva.
- La observación participante implica reactividad.
- No elegir los participantes en un estudio de forma intencionada y no saber de antemano quiénes participarán es una de las formas de la selección aleatoria.
- Las hipótesis pueden provenir de la investigación empírica existente.
- El cuestionario es un tipo de entrevista.
- En los experimentos se pretenden controlar variables extrañas.
- El análisis de redes sociales se basa en las relaciones existentes entre las personas.
- Las entrevistas tienen lugar en situaciones en las cuales se da una relación jerárquica.
- Si es viable, es preferible plantear un estudio a partir de una estrategia metodológica experimental.
- Uno de los objetivos de la Psicología como ciencia es el control de la conducta.
- Sólo la ciencia puede dar respuestas definitivas.
- Un estudio científico llevado a cabo de forma rigurosa elimina la necesidad de replicaciones.

- La observación como técnica se da en estados iniciales del estudio científico de un problema.
- El informe de un estudio ha de sugerir posibles mejoras del mismo.
- El “Análisis de datos” es un subapartado del apartado de “Resultados”.
- Las referencias a estudios previos y teorías existentes sólo tienen lugar en la Introducción de un artículo.
- Una hipótesis describe la relación entre dos variables.
- La búsqueda bibliográfica es importante para la parte metodológica de un estudio/artículo.
- En trabajos científicos no se han de utilizar como base textos de Internet.
- El consenso entre expertos representa una fuente de validación científica.
- Un estudio observacional es un estudio empírico.
- Las ciencias se basan en recoger información a partir de la experiencia.
- La generalización depende de cómo se seleccionó la muestra.
- Una variable dicotómica es una variable cualitativa.
- Si una variable sigue una distribución normal, por encima de (media - una desviación estándar) se encuentra aproximadamente el 84 % de los valores.
- Todas las variables cuantitativas propias de la disciplina psicológica se distribuyen normalmente.
- ¡Para qué sirve la Estadística, pues el ser humano no es un número!
- La Ciencia es arbitraria, pero objetiva.
- El conocimiento de la realidad empírica se caracteriza por la incertidumbre.
- Es indiferente obtener el coeficiente de correlación lineal producto-momento o el coeficiente de correlación por rangos.
- Desde un punto de vista práctico, interesa que los sistemas de diagnóstico sean sensibles y específicos.
- La media siempre es el índice estadístico que mejor representa un conjunto de datos.
- Lo más importante en Estadística es conocer cómo se obtienen los valores de los índices, es decir, cómo realizar el cálculo.
- Más vale un gráfico que mil índices estadísticos.

- Es importante considerar la dispersión para representar un conjunto de datos mediante una medida de tendencia central.
- Las distribuciones de probabilidad pueden ser representaciones, al menos aproximadas, de diferentes aspectos de la realidad.
- La intuición del investigador puede ser la base de un estudio científico.
- La esperanza matemática no es útil, pues ni siquiera tiene algo que ver con la esperanza de vida. Únicamente es útil para calcular la ganancia esperada en un juego de azar.
- La proporción refleja el mismo concepto que la probabilidad.
- Los percentiles no tienen ninguna aplicación en Psicología.
- Desde un punto de vista práctico, además de conocer el grado de asociación entre las variables, es muy importante saber el tamaño del efecto.
- En un estudio descriptivo, sin criterio externo fijado, la Estadística no permite saber si la variancia es elevada o no.
- Interesa tanto conocer la intensidad de la asociación entre variables como el sentido de la relación.

## Para razonar y contestar

1. ¿Qué aportación diferencial proporciona el conocimiento adquirido mediante el método científico en comparación con otros procedimientos de alcanzar comprensión de la naturaleza?
2. ¿Por qué son importantes el razonamiento o la lógica formal, el control de las posibles fuentes de confusión, la replicación de los experimentos y estudios, el conocimiento acumulado y la divulgación científica? En el otro extremo, ¿por qué es conveniente prevenir el principio de autoridad, las presunciones tácitas y las posiciones apriorísticas y potenciar el escepticismo?
3. ¿Cuál es la diferencia entre la ciencia y la tecnología? Además, ¿crea la Ciencia sinergias en el avance tecnológico y, a su vez, la segunda también lo hace sobre la primera?
4. ¿No es el método científico una forma de proceder que conduce a imaginar creativamente nuevas visiones de la realidad?
5. ¿Asignar cantidades numéricas a características de la realidad permite una mayor objetividad? Aunque exista arbitrariedad, ¿resulta útil la objetividad?

6. En el análisis descriptivo, ¿qué ventajas y limitaciones tiene la utilización en Psicología de índices numéricos para obtener valores que representan a un conjunto de personas?
7. Desde una perspectiva aplicada, ¿qué interés tiene conocer si dos variables están o no asociadas?
8. Finalmente, ¿qué aprendizajes críticos ha alcanzado sobre el interés del método científico y la descripción estadística en el futuro ejercicio profesional, ya sea en el ámbito aplicado o en la investigación?

## Lecturas complementarias

Huck, S. W. (2009). *Statistical misconceptions*. New York: Taylor Francis.

**Bloque V**

**Inferencia estadística**

---

La decisión estadística habitualmente tiene lugar siguiendo uno de los siguientes dos enfoques: a partir de una distribución muestral teórica (i.e., un modelo de probabilidad; Bloque III) o utilizando una distribución obtenida a partir de un procedimiento de remuestreo. El contenido de este bloque se fundamenta en el primero de estos enfoques. El hecho de conocer la distribución de referencia permite obtener la significación estadística asociada a los valores del coeficiente de correlación, el índice ji-cuadrado, el estadístico  $t$ , por poner algunos ejemplos. Al respecto, estos indicadores se han practicado en el Bloque IV. Esta información permite también la estimación por intervalo del parámetro poblacional desconocido.

El contenido del presente bloque está dedicado a una serie de pruebas de significación estadística para una gran variedad de situaciones incluyendo contrastes de una sola muestra y comparaciones entre múltiples muestras. Las pruebas se han de utilizar según el objetivo de la investigación y según la escala de medida de las variables de interés, exactamente de la misma manera que a la hora de utilizar los índices y gráficos propios de la descripción estadística (Bloque IV). Al trabajar las actividades, el lector ha de prestar atención a las utilidades y limitaciones de las técnicas, además de los supuestos que requieren para que la información (los valores  $p$ ) tenga sentido y no presenten sesgos sistemáticos.

Una vez más, como fue el caso de las prácticas sobre descripción estadística, hemos incluido datos obtenidos de investigaciones reales, o simulados a partir de tales investigaciones, además de proponer, en algunos casos, una recogida de datos inicial antes de llevar a cabo los análisis. Consideramos que el contexto de utilización de las técnicas estadísticas y el significado aplicado de los datos son necesarios para otorgar sentido a la estadística y para aprender cómo y cuándo utilizar las diferentes alternativas disponibles.

Finalmente, esperamos que el lector sea cauto a la hora de extrapolar sus conclusiones estadísticas cuando la técnica de muestreo no es aleatoria. Adicionalmente, esperamos que la interpretación (o por lo menos la comprensión) de los valores  $p$  vaya más allá de las afirmaciones habituales de que un resultado “es estadísticamente significativo” o “no es estadísticamente significativo” (evitando la expresión “estadísticamente no significativo”). Nos gustaría que se tuviera en consideración que el valor  $p$ , de hecho, hace referencia a la probabilidad de que un resultado sea el producto de fluctuaciones aleatorias y no de diferencias, asociaciones, etc., reales a nivel poblacional.

## Capítulo 18

# Distribución muestral de un estadístico

### Introducción

La distribución muestral de un estadístico es la base de las técnicas estadísticas que se van a ver en este curso ya que permite conocer las características de los estimadores, realizar estimaciones por intervalo y tomar decisiones estadísticas en base a la relación entre los estadísticos obtenidos en las muestras y los parámetros poblacionales conjeturados en las hipótesis estadísticas. La presente práctica se centrará en el estudio de la distribución muestral del estadístico media a través del paquete `RcmdrPlugin.TeachingDemos` (Fox, 2013). Distinguiamos 2 casos:

- **Caso 1:** Sea  $X$  una variable aleatoria con  $f(X) \sim N(\mu, \sigma)$ , y  $X_1, \dots, X_n$  una muestra obtenida al azar de esta población de referencia. Entonces, la distribución muestral del estadístico media ( $\bar{X}$ ) sigue una distribución normal con parámetros <sup>1</sup>:

$$E(\bar{X}) = E\left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}\right) = \frac{n\mu}{n} = \mu \text{ y}$$

$$Var(\bar{X}) = Var\left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}\right) = \frac{1}{n^2} Var\left(\sum_{i=1}^n X_i\right) = \frac{\sigma_X^2}{n}.$$

Y por lo tanto la desviación típica de la distribución muestral del estadístico media, o sea, su error estándar es:

$$DE(\bar{X}) = \frac{\sigma_X}{\sqrt{n}}.$$

---

<sup>1</sup>En las siguientes expresiones se ha supuesto que las observaciones de una muestra cualquiera son v.a. independientes e idénticamente distribuidas (i.i.d.).



- **Caso 2:** Cuando la ley de probabilidad de la v.a.  $X$  no es normal, y dado un tamaño de la muestra suficientemente grande, la distribución muestral del estadístico media sigue siendo aproximadamente normal. Concretamente, el **Teorema Central del Límite** (o Teorema del Límite Central) indica que cualquier suma de variables aleatorias i.i.d. ( $S_n = \sum_{i=1}^n X_i$ ) con media y variancia finitas converge en ley a una distribución normal cuando  $n$  tiende a infinito. Formalmente:

$$\frac{S_n - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} \xrightarrow{D} N(0, 1).$$

## Tareas

1. Instalar el paquete **RcmdrPlugin.TeachingDemos** mediante la GUI de R o bien mediante el siguiente comando:

```
install.packages("RcmdrPlugin.TeachingDemos")
```

2. Cargar el plug-in en R-Commander mediante la GUI de R-Commander o bien mediante el comando:

```
library(RcmdrPlugin.TeachingDemos)
```

3. Acceder al módulo *Central Limit Theorem* del menú *Demos* que ha aparecido en la barra de menús de R-Commander tras la carga del paquete.
4. Familiarizarse con dicho módulo y su resultado (ver Figura 18.1)

## Cuestiones

1. Identifique cada una de las distribuciones simuladas. Determine si son adecuadas para v.a. discretas o continuas, su grado de simetría y su valor esperado (aproximado).
2. Pruebe los siguientes valores de  $n$ : 1, 5, 10, 50 y 100. Comente el efecto producido en las distintas distribuciones.
3. Pruebe los siguientes valores relativos al número de muestras simuladas y con un tamaño de muestra fijo de  $n = 10$ : 10, 100, 500, 1000 y 5000. Comente el efecto sobre las distintas distribuciones.
4. Suponga que se obtiene una muestra aleatoria de 10 estudiantes universitarios y se mide su CI. Sabiendo que  $CI \sim N(\mu = 100, \sigma = 15)$ . Justifique la veracidad o no de las siguientes afirmaciones:

## sample size = 150

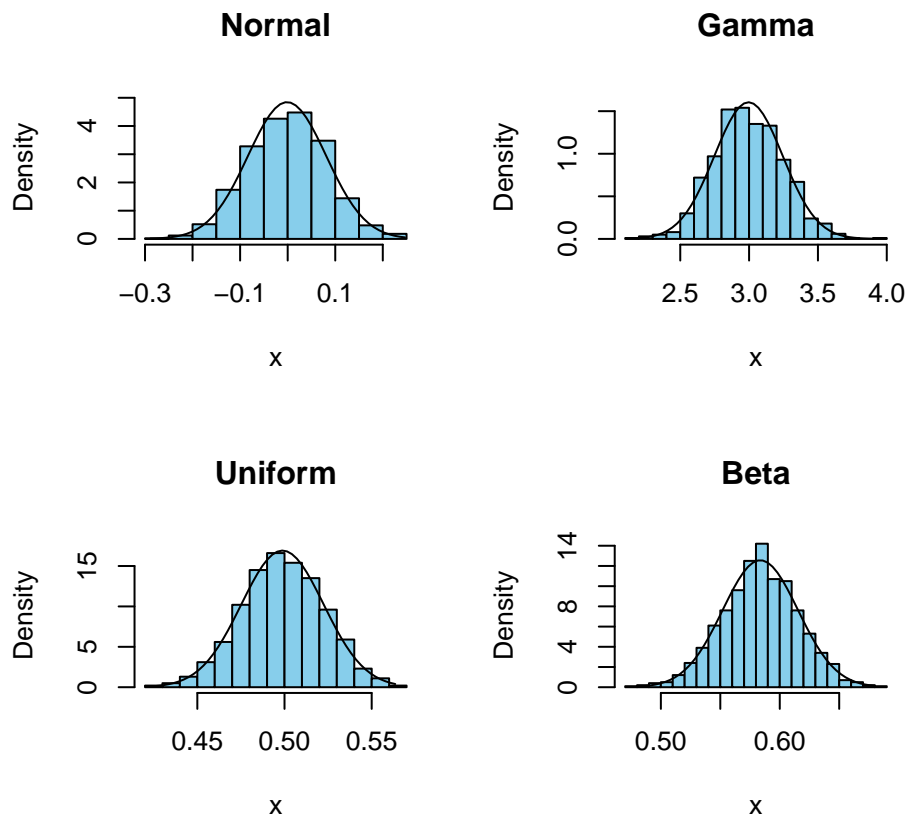


Figura 18.1: Ejemplo de ejecución del programa `RcmdrPlugin.TeachingDemos`: se han generado 1000 muestras de tamaño 150 para las cuatro distribuciones.

- a) La distribución muestral del estadístico media de CI no es normal por ser un tamaño de muestra pequeño.
  - b) El valor esperado de la media de CI es 100.
  - c) El error estándar de la distribución muestral es 15.
  - d) Si se hubiera obtenido una muestra de 20 estudiantes, el error estándar hubiera sido menor.
5. Una vez finalizada la práctica, determine si las siguientes afirmaciones son verdaderas o no y justifique su respuesta:
- a) El Teorema Central del Límite asegura que la distribución muestral de cualquier estadístico es normal siempre y cuando  $n$  sea suficientemente grande.

- b) El teorema únicamente es aplicable al caso de variables continuas.
- c) Al aumentar el tamaño de las muestras el valor esperado del estadístico se desplaza hacia la izquierda o la derecha en función del tamaño de la muestra.
- d) Al disminuir el tamaño de la muestra disminuye también el valor del error estándar.
6. Gracias al conocido *Teorema de Moivre-Laplace* se sabe que una distribución binomial se aproxima a una normal siempre y cuando  $n$  tiende a infinito. Así:

$$B(n, \pi) \xrightarrow{D} N\left(\mu = n\pi, \sigma = \sqrt{\pi(1 - \pi)/n}\right).$$

Utilice el siguiente código para decidir a partir de qué valor aproximado de  $n$  la distribución empírica de los datos se ajusta a una distribución normal:

```
tamano <- c(10,15,20,30,50,100)
muestras <- 1000
par(mfrow=c(2,3))
for (i in 1:length(tamano))
{
  binom.dat <- rbinom(muestras,size=tamano[i],prob=0.5)
  x <- seq( min(binom.dat),max(binom.dat),length=50)
  binommax <- max( dnorm(x,mean(binom.dat),
                        sd(binom.dat)))
  tmp.hist <- hist( binom.dat,plot=FALSE,nclass=16)
  binommax <- max( tmp.hist$density,binommax )*1.05
  hist(binom.dat, main=paste("Binomial (n= ",
    tamano[i],', pi = 0,5)',
    sep=' '),xlab="x",col="skyblue",freq=FALSE,
    ylim=c(0,binommax), nclass=16)
  lines(x,dnorm(x,mean(binom.dat),sd(binom.dat)))
}
```

7. Se extraen 100 personas al azar de la población general para la cual la variable aleatoria correspondiente al cociente intelectual  $CI \sim N(\mu = 100, \sigma = 15)$ . Responda a las siguientes cuestiones:
- a) Identifique la distribución muestral del estadístico media de CI para muestras de las características enunciadas.
- b) Calcule la probabilidad de que el promedio de CI de la muestra sea inferior a 108 puntos, suponiendo una población infinita.
- c) ¿Qué valor promedio de CI dejaría al 95% de la muestra por debajo de ese valor?

## Capítulo 19

# Control Estadístico de Procesos

### Introducción

Desde un punto de vista práctico no son muchas las aplicaciones del intervalo de probabilidad, aunque debe destacarse su interés en el *control estadístico de procesos*, en concreto en los denominados *gráficos de control*. Los gráficos de control son representaciones gráficas que, basándose en los intervalos de probabilidad, permiten determinar la adecuada operativa o no de un proceso según un criterio previamente establecido. Aunque los gráficos de control surgen vinculados al control estadístico de la calidad en la producción, se han extendido a otros ámbitos. En la presente práctica se tratará sobre la utilidad de los gráficos de control en el ámbito de la gestión de los recursos humanos y se mostrará cómo se elaboran este tipo de representaciones gráficas.

En todo proceso se diferencian dos tipos de factores, los denominados *sistemáticos* y los *no sistemáticos*. Por una parte, los factores sistemáticos o causas asignables son aquellas que introducen un componente determinista en la variabilidad o fluctuación de las mediciones. El objetivo es identificarlos y controlarlos a fin de obtener variabilidad producida únicamente por factores aleatorios no controlables y de escasa incidencia. Las causas asignables producen una cantidad de variabilidad imprevisible y su efecto desaparece al eliminar la causa. Por otra, los factores no sistemáticos o causas no asignables son aquellas que producen una aparente variabilidad aleatoria de escasa magnitud. En cualquier caso, la suma de diferentes factores de escasa incidencia muestra la apariencia de fluctuaciones aleatorias, siendo muy difícil identificar las causas. Las causas no asignables producen variabilidad estable, difícil de eliminar y de escasa importancia.

Por *intervalo de tolerancia* se entiende una franja o recorrido de valores ad-

misibles para una característica de interés, es decir, un conjunto de valores que, aunque difieren del valor del parámetro especificado, no distan suficientemente de éste para considerar que el proceso no está controlado. Así, se diferencia entre el *valor nominal* y los valores para los *límites de control*. El valor nominal se refiere al valor del parámetro que se establece como idóneo o máximamente aceptable para cualquier característica de un producto o, en general, cualquier proceso (como, por ejemplo, proporción de productos defectuosos, tasa de absentismo laboral, porcentaje de documentos administrativos con errores, diámetro interior de una arandela, entre otros). En cuanto a los límites de control, como en un proceso productivo existen diferentes factores que inciden de forma aleatoria, las medidas pueden fluctuar y desviarse del valor nominal sin que por ello pueda considerarse que el proceso no se muestra en concordancia con el valor nominal especificado. Así, los límites de control (*inferior* y *superior*), que están centrados con respecto al valor nominal, establecen el intervalo de tolerancia admisible para considerar que el proceso está bajo control. Si las medidas se sitúan fuera de la zona definida por los límites de control, se dice que *el proceso está fuera de control*. De hecho, una única medida puede hallarse fuera de los límites del control y no debe considerarse como condición suficiente para concluir que el proceso está fuera de control, aunque dos medidas consecutivas fuera del intervalo establecido por los límites de control es un resultado poco probable si el proceso está bajo control.

Como ya se ha mencionado, para los diferentes parámetros de interés en un proceso pueden elaborarse gráficos de control, donde se muestran el valor nominal, los límites de control y las diferentes medidas. En los *gráficos de control para atributos* (Figura 19.1) la característica de interés tiene dos posibles valores, como puede ser “apto” o “no apto”, “pasa” o “no pasa”, “defectuoso” o “no defectuoso”, “conforme” o “no conforme”, “satisfecho” o “insatisfecho”, “implicado” o “no implicado”, “logra el objetivo” o “no logra el objetivo”, entre otras muchas más posibilidades. Así, el gráfico de control para atributos requiere que la variable sea nominal o, en cualquier otro caso, que los valores admisibles se transformen en dos valores discretos que sean mutuamente excluyentes y exhaustivos.

Respecto a los *gráficos de control para variables*, existen distintos tipos, pero uno de los más comunes es aquel donde se representa el valor promedio de una característica numérica (Figura 19.2). Ahora bien, también es frecuente utilizar gráficos de control para la desviación estándar e, incluso, para el rango o recorrido. Por tanto, se requiere, para construir un gráfico de control para variables, que la escala de medida de la variable de interés sea de intervalo, razón o absoluta.

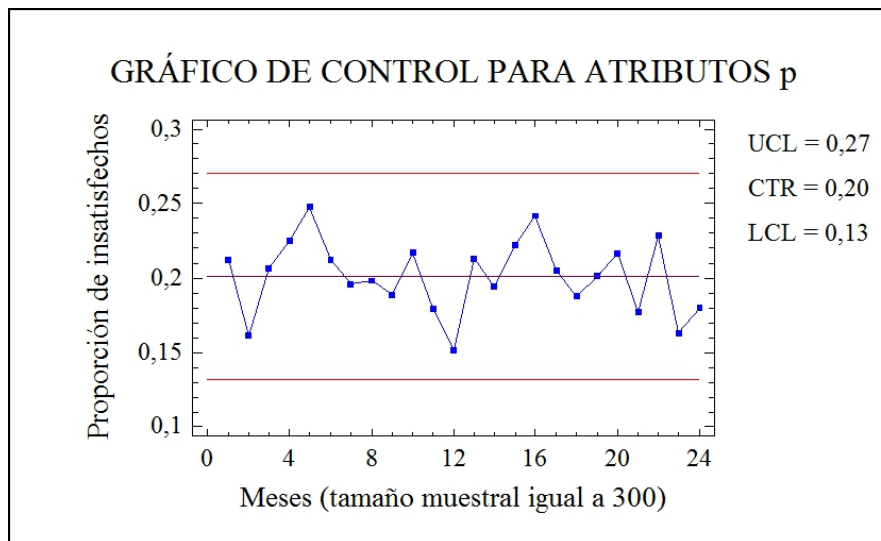


Figura 19.1: Se muestra un gráfico de control para atributos, apreciándose la línea horizontal en el centro que corresponde al valor nominal, mientras las líneas horizontales inferior y superior indican los límites de control inferior y superior, respectivamente. En el eje de abscisas se indican los distintos momentos del tiempo en los cuales se obtuvo una muestra al azar del sistema (por ejemplo, una organización) y en el eje de ordenadas la proporción de personas que manifestaron sentirse insatisfechas. *UCL*, *CTR* y *LCL* denotan, respectivamente, el límite superior de control, el valor nominal y el límite inferior de control.

## Gráfico de control por atributos

En la Tabla 19.1 se hallan las 12 medidas, obtenidas con una periodicidad mensual en muestras de tamaño igual a 150, correspondientes a la proporción de personas que se sienten implicadas con los objetivos de la organización. Supondremos para realizar la práctica que la organización consta de un total de 2000 personas y que cada mes se seleccionan al azar 150 personas para conformar la muestra. Se supondrá también que una proporción inferior a 0,9 de miembros de la empresa implicados podría conllevar consecuencias indeseables en el clima de la organización y, por tanto, los responsables de los recursos humanos de la compañía realizan un control mensual para determinar la proporción de personas no implicadas. Para obtener los límites de un intervalo de probabilidad para el estadístico proporción existen dos posibles expresiones de cálculo, ya sea el caso de poblaciones infinitas (superior) o finitas (inferior), tal y como se muestra a continuación:

$$\pi \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}}$$

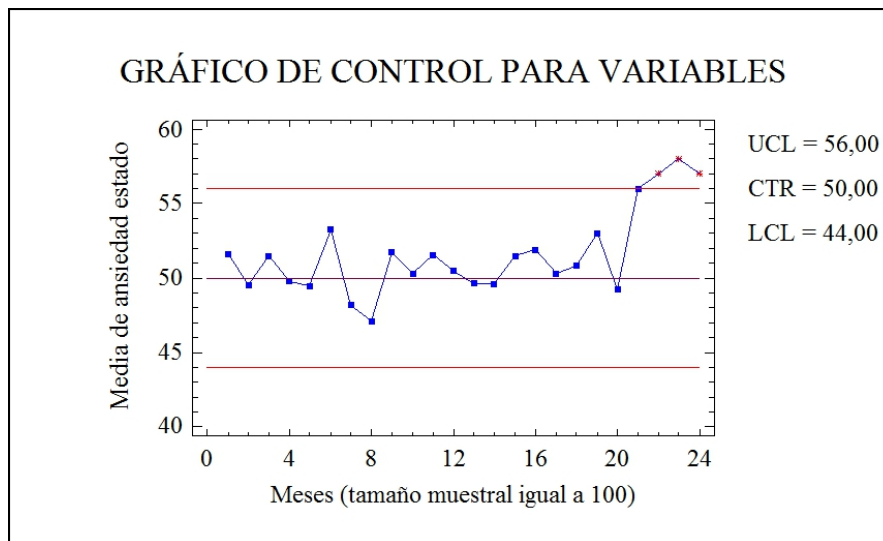


Figura 19.2: Se muestra un gráfico de control para variables, en concreto para la media, apreciándose la línea horizontal en el centro que corresponde al valor nominal, mientras las líneas horizontales inferior y superior indican los límites de control inferior y superior, respectivamente. En el eje de abscisas se indican los distintos momentos del tiempo en los cuales se obtuvo una muestra al azar del sistema (por ejemplo, una organización) y en el eje de ordenadas la media de ansiedad estado que manifestaron las personas seleccionada para la muestra. *UCL*, *CTR* y *LCL* denotan, respectivamente, el límite superior de control, el valor nominal y el límite inferior de control.

o bien

$$\pi \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

En las anteriores expresiones, mediante  $\pi$ ,  $N$ ,  $n$  y  $z_{\alpha/2}$  se denota, respectivamente, el valor nominal para la proporción, el tamaño de la población, el tamaño de la muestra y un valor correspondiente a la distribución normal unitaria, es decir,  $N(0, 1)$ . En el control estadístico de la calidad, es común tomar  $z_{\alpha/2} = 3$ , pues eso implica que, si al proceso le corresponde el valor nominal fijado, con probabilidad 0, 9973 las mediciones estarán dentro del intervalo de tolerancia y, por tanto, cuando la proporción se ubique fuera de ese intervalo existirá suficiente evidencia para considerar que el proceso está fuera de control. En cualquier caso, para decidir que un proceso está fuera de control es común requerir la presencia de dos o más puntos consecutivos fuera de un mismo límite de control o la existencia de series de medidas que, aunque dentro del intervalo de tolerancia, muestren un patrón

monótono creciente o decreciente.

Tabla 19.1: Durante un año, se muestra la cantidad de personas de la muestra, que siempre estuvo formada por 150 individuos, que manifestaron no sentirse implicadas con los objetivos de la organización y, además, en la columna ubicada a la derecha, se indica la proporción que representan sobre el total.

| <b>Registro<br/>(mensual)</b> | <b>Nº personas no<br/>implicadas</b> | <b>Proporción<br/>personas no<br/>implicadas</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1                             | 19                                   | 0,1267   |
| 2                             | 12                                   | 0,0800   |
| 3                             | 10                                   | 0,0667   |
| 4                             | 23                                   | 0,1533   |
| 5                             | 15                                   | 0,1000   |
| 6                             | 14                                   | 0,0933   |
| 7                             | 29                                   | 0,1933   |
| 8                             | 9                                    | 0,0600   |
| 9                             | 12                                   | 0,0800   |
| 10                            | 22                                   | 0,1467   |
| 11                            | 11                                   | 0,0733   |
| 12                            | 8                                    | 0,0533   |

Los estudiantes, guiados por una serie de preguntas, construirán el correspondiente gráfico de control para atributos, para lo cual precisarán de una hoja de papel milimetrado o, en su defecto, con marcas de cuadrícula. Así, conteste a las siguientes preguntas a la vez que construye el gráfico de control para atributos:

1. Dibuje una línea recta horizontal para el eje de abscisas e incluya las marcas correspondientes al número de medidas disponibles a lo largo del tiempo.
2. Trace una línea recta vertical para el eje de ordenadas e incluya las marcas correspondientes a los valores significativos para el estadístico de interés.
3. ¿Cuál es el valor nominal de la característica de interés en el estudio? Dibuje la correspondiente línea recta horizontal.
4. ¿Cuáles son los valores correspondientes a los límites de control? Trace las dos correspondientes líneas rectas horizontales.
5. Desde una perspectiva conceptual, ¿tiene idéntica interpretación y, por tanto, consecuencia que en un registro se obtenga una medida por encima del límite de control superior o por debajo del límite de control inferior?
6. En las muestras disponibles, ¿cuál es el tamaño muestral? ¿Y el mínimo y máximo valor de personas no implicadas que podría obtenerse? Además, ¿en-



tre qué dos límites, ambos inclusive, pueden encontrarse los posibles valores del estadístico proporción?

7. Represente en el gráfico de control, mediante círculos, los diversos valores del estadístico de interés para todos y cada uno de los distintos momentos del tiempo para los cuales se obtuvo una medida del proceso. Finalizada esta tarea, una los puntos adyacentes mediante líneas rectas.
8. ¿Puede considerarse que el proceso estuvo bajo control durante el período de registro?

## Gráfico de control para variables

La conocida como *ley de Yerkes-Dodson* (Yerkes y Dodson, 1908) establece que existe una relación en forma de U invertida entre el nivel de actividad cortical de las personas y el rendimiento que manifiestan en la ejecución de una tarea. En otros términos, el incremento de la actividad cortical resulta adecuado y favorece el rendimiento hasta llegar a un punto central y óptimo, pero, si la actividad cortical sigue incrementando, puede interferir con procesos cognitivos, como la atención o la memoria. En ocasiones también se vincula esta ley con los efectos del estrés. O sea, para una adecuada ejecución es deseable un nivel intermedio de estrés, resultando inadecuados los niveles bajos y altos de estrés. Así, en la Tabla 19.2 se encuentran las 12 medidas, obtenidas con una periodicidad mensual en muestras de tamaño igual a 100, correspondientes a la media de estrés para los miembros de una organización compuesta por 1000 personas. También se halla la desviación estándar para los cien valores que componían cada muestra. Se supondrá que la prueba psicológica que se administró para cuantificar el grado de estrés de las personas puede tomar valores comprendidos entre 0 y 100, ambos inclusive, y, por tanto, el punto central es igual a 50. Se sabe que, para el conjunto de la población de referencia, las puntuaciones de la prueba psicológica que mide el estrés se distribuye normalmente, con media y desviación estándar igual a 50 y 10, respectivamente. Para obtener los límites de un intervalo de probabilidad para el estadístico media existen dos posibles expresiones de cálculo, ya sea el caso de poblaciones infinitas (superior) o finitas (inferior), tal y como se muestra a continuación:

$$\mu \pm z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

o bien

$$\mu \pm z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}.$$

Ya se ha explicado anteriormente el significado de la notación empleada, excepto para  $\sigma$ , que corresponde a la desviación estándar de la variable numérica de interés.

Tabla 19.2: Durante un año y con periodicidad mensual, se muestran los valores correspondientes a la media y desviación estándar de estrés en muestras de tamaño 100 extraídas al azar de la población de la compañía.

| Registro<br>(mensual) | Media para<br>el estrés | Desviación estándar<br>para el estrés |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1                     | 52,12                   | 12,21                                 |
| 2                     | 49,45                   | 13,45                                 |
| 3                     | 50,25                   | 9,18                                  |
| 4                     | 51,98                   | 10,01                                 |
| 5                     | 50,02                   | 11,98                                 |
| 6                     | 47,56                   | 10,24                                 |
| 7                     | 52,23                   | 7,99                                  |
| 8                     | 48,92                   | 12,12                                 |
| 9                     | 50,34                   | 12,48                                 |
| 10                    | 52,67                   | 9,67                                  |
| 11                    | 53,21                   | 10,73                                 |
| 12                    | 54,78                   | 9,44                                  |

Los estudiantes, guiados por una serie de preguntas, construirán el correspondiente gráfico de control para variables, para lo cual precisarán de una hoja de papel milimetrado o, en su defecto, con marcas de cuadrícula. Así, conteste a las siguientes preguntas a la vez que construye el gráfico de control para variables:

1. Dibuje una línea recta horizontal para el eje de abscisas e incluya las marcas correspondientes al número de medidas disponibles a lo largo del tiempo.
2. Trace una línea recta vertical para el eje de ordenadas e incluya las marcas correspondientes a los valores significativos para el estadístico de interés.
3. ¿Cuál es el valor nominal de la característica de interés en el estudio? Dibuje la correspondiente línea recta horizontal.
4. ¿Cuáles son los valores correspondientes a los límites de control? Trace las dos correspondientes líneas rectas horizontales.

5. Desde una perspectiva conceptual, ¿tiene idéntica interpretación y, por tanto, consecuencia que en un registro se obtenga una medida por encima del límite de control superior o por debajo del límite de control inferior?
6. En las muestras disponibles, ¿cuál es el tamaño muestral?
7. Represente en el gráfico de control, mediante círculos, los diversos valores del estadístico de interés para todos y cada uno de los distintos momentos del tiempo para los cuales se obtuvo una medida del proceso. Finalizada esta tarea, una los puntos adyacentes mediante líneas rectas.
8. ¿Puede considerarse que el proceso estuvo bajo control durante el período de registro?

## Para razonar y contestar

Las preguntas y reflexiones que a continuación se detallan deben ser realizadas con el conjunto de la clase:

1. ¿Por qué se establece un rango de valores admisibles en los gráficos de control y no se considera solo si se obtiene o no el valor nominal en las muestras?
2. ¿Qué consecuencias tendría modificar  $1 - \alpha$  sobre los límites de control?
3. Si se aumenta el tamaño de la muestra,  $n$ , ¿qué consecuencias tendrá sobre los límites de control?
4. ¿Siempre se conocerá el tamaño de la población,  $N$ , para elaborar los gráficos de control?
5. ¿Tienen algún interés los gráficos de control en la gestión de los recursos humanos?

## Lecturas Complementarias

Hansen, B. L., & Ghare, P. M. (1987). *Quality control and application*. New-Delhi:Prentice-Hall [Traducción en español, Hansen, B. L., y Ghare, P. M. (1990). *Control de la calidad. Teoría y aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos].

Yerkes, R. M., y Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459–482.

# Capítulo 20

## Intervalos de confianza

### Introducción

El objetivo de la presente práctica es ilustrar el significado de los intervalos de confianza como formas de estimar el parámetro poblacional, i.e., como manera de obtener información sobre la población a partir de los datos empíricos recogidos en la muestra. En este sentido se trabajarán los diferentes usos de los intervalos de confianza, al mismo tiempo que se comentarán algunas concepciones incorrectas sobre éstos.

La práctica se centrará en el estimador “media”, uno de los estimadores cuya distribución muestral se conoce, siempre que se cumplan ciertas condiciones. Conviene recordar que las características de dicha distribución muestral están en la base de la información utilizada para construir el intervalo de confianza alrededor de la media de una muestra. También se trabajará la posibilidad de construir un intervalo de confianza para estimar la diferencia de medias de dos poblaciones, además de comentar la utilidad de este último tipo de intervalo.

### Tareas

1. Descargar el programa ESCI (*Exploratory Software for Confidence Intervals*) a través del siguiente enlace: [www.thenewstatistics.com](http://www.thenewstatistics.com). Se puede utilizar con Excel 2003, 2007 o 2010: hay versiones para sistemas operativos de 32 y 64bits.
2. La página **CIjumping** del archivo **ESCI chapters1-4** contiene una representación de la población de la cual se pueden ir extrayendo muestras y construyendo intervalos de confianza para cada una de estas muestras. Nos

centraremos en el rasgo de personalidad denominado “Extraversión” y medido según el inventario NEO-FFI (Costa y McCrae, 2008): en el grupo de referencia de adultos, mezclando hombres y mujeres, el valor medio es 32,56 con desviación estándar igual a 6,24. Para este ejercicio dichos valores se tomarán (redondeando) como parámetros poblacionales. Extraer una muestra de 20 personas; repetir el proceso 36 veces: a) comprobar cómo varían las amplitudes de los intervalos de confianza según la dispersión en cada muestra; b) verificar para cada intervalo si el parámetro poblacional está incluido; c) comprobar qué porcentaje de los intervalos contienen el parámetro poblacional; comparar este último porcentaje en caso de que se extraigan 10 muestras o 300 muestras.

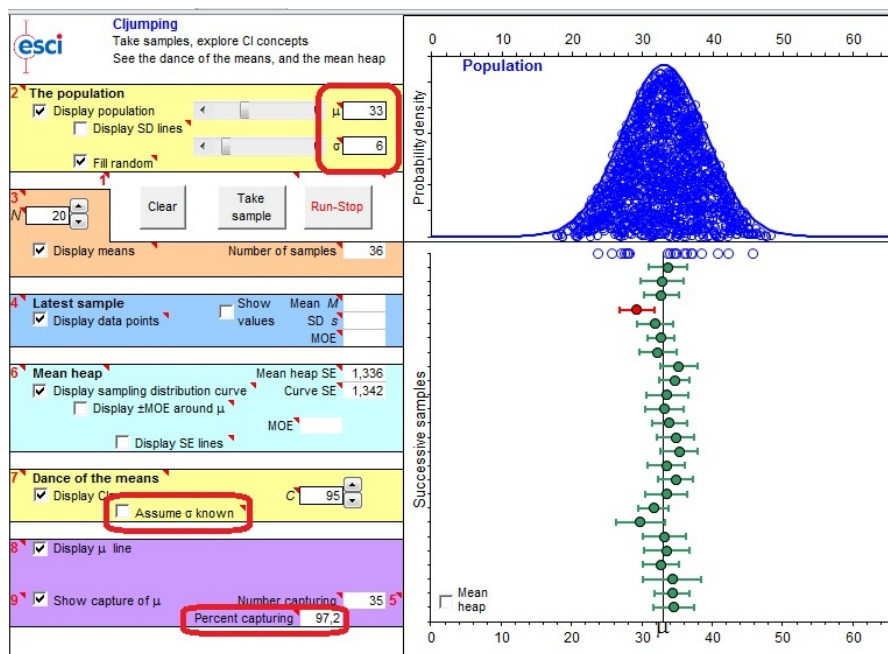


Figura 20.1: Simulación mediante CIJumping de 36 muestras.

## Cuestiones a resolver

1. ¿Qué sucede con el error estándar del estadístico media si de hecho hubiera el doble de variabilidad ( $\sigma = 12$ ) en la población? ¿Qué sucede con los intervalos de confianza?
2. ¿Qué sucede con el error estándar del estadístico media si de hecho se extrajeran muestras el doble de grandes (i.e., de 40 personas) de la población, siendo  $\sigma = 12$ ? ¿Se consigue contrarrestar el hecho de que la variabilidad sea también el doble? ¿Qué habría que hacer para contrarrestarlo y volver a tener la misma precisión que cuando  $\sigma = 6$ ?

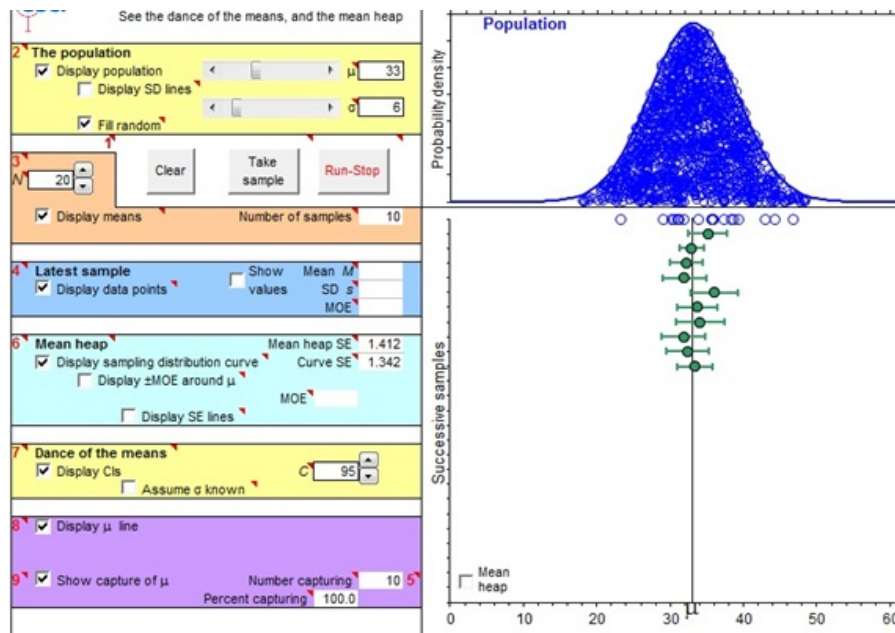


Figura 20.2: Simulación mediante CIJumping de 10 muestras.

3. ¿Entre qué valores oscila el parámetro poblacional según los resultados de la Tarea 2?
4. Si se extrae al azar otra muestra del mismo tamaño y de la misma población, ¿espera que el intervalo de confianza construido sea el mismo o diferente?
5. ¿Qué es lo que indica la (semi)longitud del intervalo de confianza? ¿Son preferibles intervalos estrechos o amplios, límites cercanos al estadístico o lejanos?
6. ¿Cuál es la probabilidad de que el intervalo de confianza construido con un nivel de confianza del 95 % contenga el parámetro poblacional?
7. Imagine que para un pueblo de 6000 habitantes se conocen los ingresos de cada una de las personas, siendo la media de esta población igual a 800 euros. Se sabe que si se extraen al azar muchas muestras de 50 personas de dicha población y se calcula la media de ingresos para cada una de las muestras, el promedio de estas medias sería 800. También se espera que, si para cada muestra se calcula el intervalo de confianza ( $1 - \alpha = 0,95$ ) para la media, el 95 % de los intervalos contengan el valor 800. Ahora imagine que los participantes de las muestras de hecho son aquellas personas de la urbanización que pertenecen al mismo término que acceden a la invitación del investigador quien les propone participar por cercanía, debido a que él también vive en la urbanización. ¿Las muestras seleccionadas así serían aleatorias? ¿Qué efecto tendrá este tipo de muestreo en las medias de las muestras? ¿Cómo afectaría a los intervalos de confianza?

8. Imagine que se han construido dos intervalos de confianza ( $1 - \alpha = 0,95$ ) para estimar la media poblacional de la puntuación de depresión medida según el BDI (Beck, Steer, y Brown, 1996): uno para la población de las personas diagnosticadas con ciclotimia y otro para personas diagnosticadas con depresión mayor. El primer intervalo de confianza está comprendido entre los valores 13,5 y 21, mientras que el segundo intervalo tiene un límite inferior de 23,3 y un límite superior de 39,1. Para este ejercicio se utilizará la pestaña **Compare A B page** del fichero Excel denominado **ESCI chapters 5-6 Jul 4 2011**:

- Compruebe cómo dichos intervalos se pueden obtener variando los tamaños de las dos muestras si al mismo tiempo se tiene en cuenta la variabilidad en dichas muestras. ¿Cómo se podría contrarrestar el hecho de que se espere una mayor variabilidad muestral?
- ¿Qué se puede hacer para contrarrestar el efecto de estar obligado a seleccionar una muestra pequeña?
- En temas posteriores se trabajará la toma de decisiones estadísticas y el significado de un indicador denominado “valor  $p$ ”. De momento, nos quedaremos con la idea de que si este indicador adopta valores iguales o inferiores a 0,05 se puede considerar que una diferencia igual a cero entre las medias de las poblaciones (e.g., de personas con ciclotimia vs. personas diagnosticadas con depresión mayor) es plausible. Considérese que el intervalo de confianza para la población de personas con ciclotimia indica que, en dicha población, los valores plausible para el parámetro “puntuación media en el BDI” están comprendidos entre 13,5 y 21. De la misma manera los valores plausibles del mismo parámetro para la población de personas con depresión mayor están entre 23,3 y 39,1 puntos. Por lo tanto, se comparten valores plausibles. ¿Quiere decir esto que es plausible que la diferencia de medias de las dos poblaciones sea cero? Dicho de otra manera, ¿quiere decir que el valor  $p$  tomará un valor igual o inferior a 0,05? Compruébelo con la misma pestaña del fichero Excel.
- Considere ahora que el intervalo para la población de personas con ciclotimia se compara con un intervalo construido a partir de una muestra de personas con distimia con límite inferior igual a 19,7 y límite superior igual a 26,4. ¿Se comparten valores plausibles para el parámetro en ambas poblaciones? ¿Qué indica el  $p$  valor? Interprete la información.

9. Siguiendo con los valores poblacionales de la Extraversión ( $\mu = 33, \sigma = 6$ ) ¿Qué porcentaje de las medias de muestras subsiguientes estarían contenidas dentro del intervalo de confianza construido a partir de una muestra inicial?

- Utilice la pestaña **CIs and replication** del archivo de Excel denomi-

nado **ESCI 64 bit chapters 5-6** (para sistemas operativos de 64bits) o **ESCI chapters 5-6** (para el resto de sistemas operativos). Especifique los parámetros poblacionales y el tamaño de las muestras que se extraerán.

- Extraiga 20 muestras y observará para cada una de ellas el porcentaje de medias de muestras siguientes que se contienen en el intervalo construido a partir de los datos de la primera muestra.

## Lecturas Complementarias

Beck, A. T., Steer, R. A., y Brown, G. K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.

Costa, P. T., Jr., y McCrae, R. R. (2002). *Manual NEO PI-R*. Madrid: TEA Ediciones.

Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. London: Routledge.



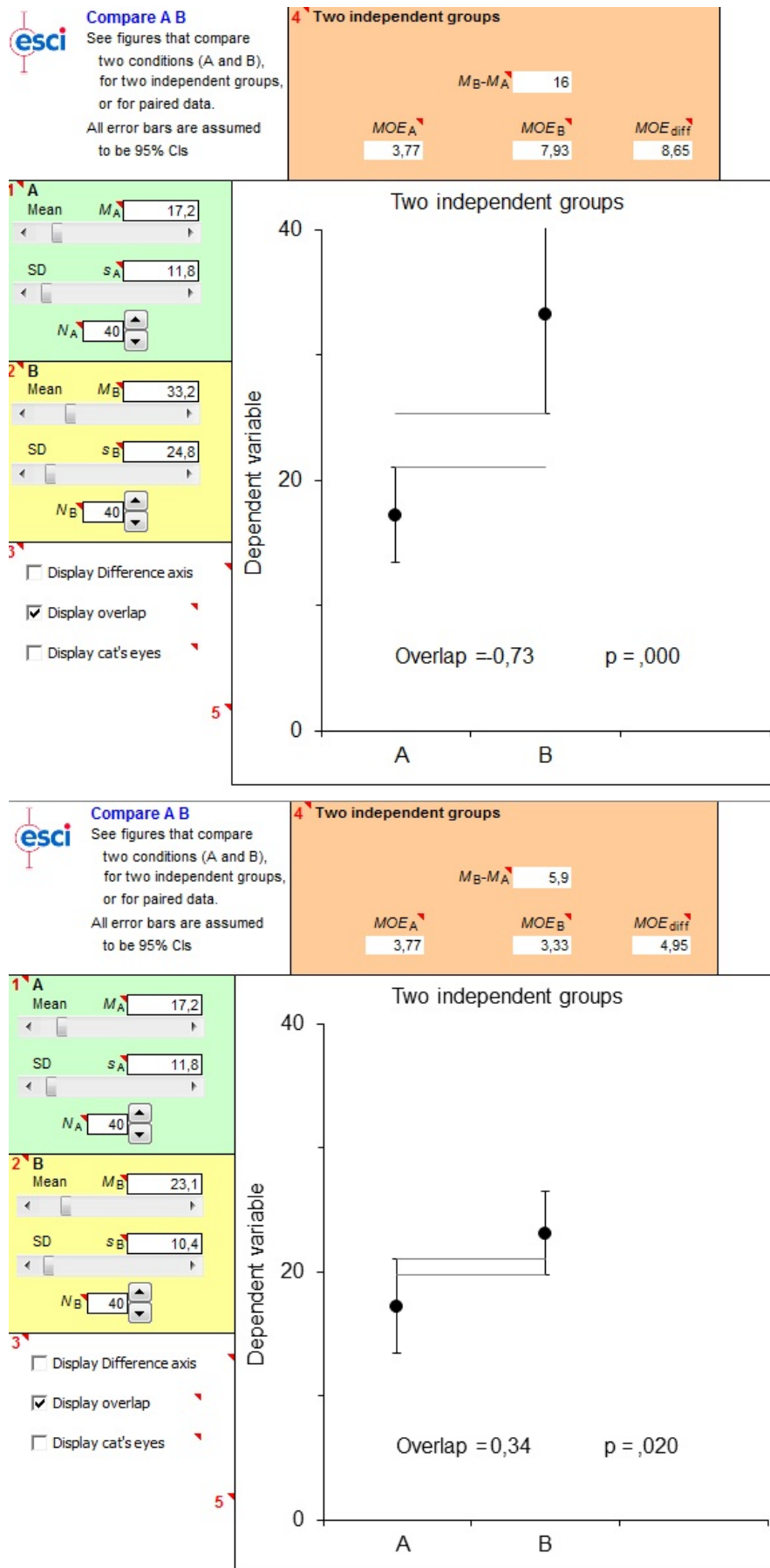


Figura 20.3: Intervalos de confianza para varias comparaciones de medias.

# Capítulo 21

## Pruebas de conformidad

### Introducción

El modelo de los *5 Grandes* se ha convertido en un referente para la medición de la personalidad (Sanz y García-Vera, 2009). Según este modelo, la personalidad quedaría caracterizada a partir de 5 dimensiones, a saber: neuroticismo, extraversión, apertura a la experiencia, amabilidad y responsabilidad. Costa y McCrae desarrollaron el cuestionario NEO-PI para evaluar estas 5 dimensiones de personalidad, las cuales incorporan un conjunto de facetas. A partir de ese momento han sido varias las revisiones y versiones realizadas. Tanto el NEO-PI como varias de sus versiones han sido adaptadas al español (Costa y McCrae, 2008) y cuentan, además, con baremos y grupos normativos. Al respecto, se ha cuestionado recientemente (Sanz y García-Vera, 2009) la representatividad de dichos baremos ya que, pese a haberse realizado con muestras de gran tamaño, éstas se obtuvieron a partir de distintos procesos de selección de personal. El anterior estudio afirma que los baremos de las adaptaciones españolas son adecuados para procesos de selección en los que se asume que los candidatos ofrecen una imagen de sí mismos más favorable de lo que realmente es, es decir, en los que existe el llamado efecto de deseabilidad social. Sin embargo, estos grupos normativos difícilmente serán de utilidad en otros contextos como, por ejemplo, en estudios de grupos de voluntarios. Para poner a prueba esa conjetura se compararon los resultados obtenidos en la baremación de la adaptación española del NEO-PI con los resultados obtenidos en una muestra de 682 voluntarios. Dicha comparación confirmó el hecho de que los baremos incluidos en la versión comercial del NEO-PI no eran adecuados para contextos de evaluación distintos de los propios de procesos de selección. Una de las versiones destacables del NEO-PI es su forma abreviada, el llamado cuestionario NEO-FFI, mediante el cual se puede evaluar las 5 dimensiones de forma rápida (puede cumplimentarse en 10-15 minutos). Concretamente, se pasa de los 181 ítems originales a 60 reactivos en la mencionada versión abreviada. En el caso concreto de la baremación de la

adaptación española del NEO-FFI (versión comercial), se contó con una muestra de 5847 aspirantes a distintos puestos de una entidad hospitalaria (técnicos especialistas, personal de enfermería, administración y gestión). Por este motivo, cabe la posibilidad de que estos baremos tampoco sean representativos y, por lo tanto, resulten de poca utilidad en procesos de evaluación de la personalidad más amplios en los que los participantes respondan con total honestidad, pues no tengan ningún interés en distorsionar la propia imagen. Por lo tanto, el objetivo de la presente práctica es comprobar si los baremos del NEO-FFI son de utilidad para representar a una muestra de estudiantes universitarios, concretamente a estudiantes de Psicología. Para ello se utilizarán pruebas de conformidad.

## Tareas

- En una sesión práctica preliminar, cada estudiante se autoadministrará el cuestionario NEO-FFI (máximo 10-15 minutos), cumplimentando las respuestas a todos los ítems así como la información correspondiente al sexo y la edad.
- Una vez administrado, cada estudiante corregirá su cuestionario con la plantilla que hay en el interior del mismo. Obteniendo así una puntuación para cada una de las 5 escalas.
- Se entregarán los cuestionarios cumplimentados y corregidos a los profesores.
- En una sesión práctica posterior se facilitará una base de datos con todos los resultados en las 5 dimensiones del NEO-FFI para así poder responder las cuestiones que se detallan a continuación.

## Cuestiones

1. Complete las casillas sombreadas de la siguiente tabla con la información obtenida a partir de las respuestas de los estudiantes incluida en la base de datos:

Una vez cumplimentada la tabla observe los valores medios y los indicadores de dispersión para cada una de las escalas. Si se comparan ambas muestras a nivel descriptivo indique qué podrían estar reflejando los resultados en términos de tendencia central y de variabilidad. Razone si son esperables dichos resultados.

2. Suponiendo que se conjeture un efecto similar al encontrado en el estudio de [Sanz y García-Vera \(2009\)](#) en la presente muestra, formule las hipótesis estadísticas para cada una de las dimensiones del NEO-FFI.

Tabla 21.1: Tabla comparativa de los resultados obtenidos en la muestra de la adaptación española del NEO-FFI y en la muestra de estudiantes: tamaño de la muestra, media y desviación estándar (entre paréntesis) de las 5 escalas.

|                | Aspirantes   | Estudiantes |
|----------------|--------------|-------------|
| Tamaño muestra | 5847         |             |
| Escala N       | 15,63 (7,01) |             |
| Escala E       | 32,56 (6,24) |             |
| Escala O       | 29,44 (6,29) |             |
| Escala A       | 33,13 (5,66) |             |
| Escala C       | 36,42 (5,64) |             |

3. Realice las pruebas de conformidad mediante **R-Commander** a partir de los datos de la muestra de estudiantes. Tome una decisión para cada una de las pruebas de conformidad realizadas. ¿Qué se puede concluir a partir de estos resultados a propósito de la utilidad de los baremos?
4. Se considera que las puntuaciones en las 5 escalas del NEO-FFI se distribuyen según una distribución normal en la población general. Este hecho implica que las variables aleatorias tengan asociados los siguientes momentos de 3 y 4 orden, respectivamente:  $C.As.(X) = \gamma_1 = 0$  y  $C.Ap.(X) = \gamma_2 = 0$ . Realice las pruebas de conformidad para cada una de las escalas del cuestionario. ¿Se puede asumir en base a los resultados obtenidos que la distribución de las puntuaciones es normal? Razone su respuesta.

## Capítulo 22

# Asociación entre variables categóricas

### Introducción

Siguiendo a [Guerrero, Ávila, y Miranda \(2008\)](#), las creencias mágicas, que incluyen los fenómenos paranormales y extraordinarios, las supersticiones y el pensamiento mágico, son explicaciones que contradicen las leyes de la naturaleza y carecen de soporte científico. Estos investigadores han aportado alguna evidencia a favor de la asociación entre variables sociodemográficas y creencias mágicas. Además de las características sociodemográficas, se ha encontrado asociación entre alguna propiedad de personalidad, como el nivel de neuroticismo, y las creencias supersticiosas ([Wiseman y Watt, 2004](#)).

En la presente práctica se estudia si existe evidencia a favor de la existencia de asociación entre algunas de las variables sociodemográficas y creencias generalmente consideradas paranormales o acontecimientos también comúnmente aceptados como de escasa probabilidad. A diferencia de los estudios anteriores, en el presente se tomarán variables categóricas, tanto para las características sociodemográficas como para las respuestas proporcionadas por los encuestados en relación a sus creencias.

### Cuestionario de creencias: descripción y administración

En la Tabla 22.1 se halla un cuestionario sobre creencias paranormales o hechos de escasa probabilidad. El cuestionario incluye solo diez afirmaciones sobre algunas

creencias que, como se ha indicado, no han sido empíricamente verificadas de forma que puedan aceptarse como hechos ciertos. Únicamente se puede marcar una de las dos opciones de respuesta para cada afirmación, o sea, se comparte totalmente la afirmación o la posición es absolutamente contraria. Aunque las personas encuestadas pueden tener dificultades para manifestar una opinión tan decantada hacia uno u otro extremo, se debe sugerir a quien responde que se decida por una u otra de las opciones de respuesta. De hecho, puede sugerirse a quien responde que, si realmente no se comparte con total certeza la afirmación, parece evidente que la posición es contraria a la misma.

Cada estudiante deberá aportar diez cuestionarios respondidos, procurando que no todas las personas que contesten tengan el mismo perfil, es decir, conviene que varíe el sexo, la edad y la formación de quienes contestan el cuestionario. Esta diversidad de personas que responden es necesaria para poder llevar a cabo análisis estadísticos que, mínimamente, resulten representativos de los distintos perfiles atendiendo a las varias variables demográficas. Deberá procurarse intervenir lo mínimo posible cuando las personas respondan el cuestionario, salvo que, como ya se ha mencionado, deben dar una de ambas respuestas y que, aunque pueda resultar difícil en algún caso, traten de decantar su respuesta. También debería indicarse a los participantes que no hay respuestas correctas o incorrectas, puesto que se trata de opiniones, rogándoles total sinceridad en las respuestas. Téngase presente que la persona que administra los cuestionarios no debería sesgar las respuestas de los participantes, razón por la cual debe limitarse a proporcionar las consignas de forma que se evite incidir sobre las respuestas de los participantes.

Tabla 22.1: Además de algunos datos de la persona que responde, se requiere manifestar si se está de acuerdo o no con cada una de diez afirmaciones. Se sugiere utilizar una aspa para indicar si se adscribe o no la afirmación que establece la sentencia.

| <b>Sexo:</b> Varón Mujer  | <b>Edad:</b> | <b>Formación:</b> EGB/ESO | Bachillerato/FP/CF | Titulación universitaria | <b>Sí</b> | <b>No</b> |
|---|--------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| <b>Afirmaciones</b>   |              |                           |                    |                          |           |           |
| Naves espaciales de otros planetas han entrado en la biosfera terrestre                                     |              |                           |                    |                          |           |           |
| Que algunas personas han realizado viajes astrales está fuera de toda duda                                  |              |                           |                    |                          |           |           |
| Hay personas, conocidas como videntes, que son capaces de visualizar el futuro de otras                     |              |                           |                    |                          |           |           |
| Una entidad divina diseñó y creó el universo  |              |                           |                    |                          |           |           |
| La existencia de sueños premonitorios en algunas personas es incuestionable                                 |              |                           |                    |                          |           |           |
| Algunos seres humanos vivos pueden comunicarse con los fallecidos   |              |                           |                    |                          |           |           |
| La posición de los astros en el momento del nacimiento determina, en parte, la personalidad de las personas |              |                           |                    |                          |           |           |
| Existen personas capaces de leer los pensamientos de otras por medio de la telepatía                        |              |                           |                    |                          |           |           |
| Las psicofonías son realmente registros de voces de personas ya fallecidas                                  |              |                           |                    |                          |           |           |
| Es una realidad que algunas personas pueden levitar   |              |                           |                    |                          |           |           |

## Cuestiones

La práctica se realizará según los pasos siguientes:

1. ¿Cómo organizaría la información para analizar la posible asociación entre la respuesta a las afirmaciones y el sexo o el nivel de formación?
2. Se elaborará una tabla de contingencia en la cual, en las filas, se especificarán los tres niveles generales de formación, o sea, básico (estudios primarios, EGB o ESO), intermedio (bachillerato, formación profesional o ciclos formativos) y avanzado (diplomatura, licenciatura, grado, master o doctorado), mientras en las columnas se incluirán las dos posibles respuestas para una de las afirmaciones. Después, para cada celda, se especificará la frecuencia observada.
3. Se establecerá la hipótesis nula para el contraste específico, es decir, para ambas variables categóricas consideradas en el análisis estadístico.
4. A continuación, se calcularán los marginales fila y columna, determinándose también, respecto al total de la muestra, los correspondientes porcentajes.
5. Para todas y cada una de las casillas de la tabla de contingencia, se obtendrán las frecuencias esperadas, también conocidas como frecuencias teóricas.
6. Se analizará la condición requerida para la validez de la prueba estadística de decisión sobre la independencia de dos variables categóricas.
7. Seguidamente, se calculará el estadístico  $\chi^2$ -cuadrado y un índice de asociación, como la  $V$  de *Cramér*.
8. Finalmente, se tomará una decisión sobre la hipótesis nula y, según se concluya rechazar o no la misma, se interpretarán los resultados obtenidos desde un punto de vista sustantivo.

Una vez finalizado el anterior proceso para una de las afirmaciones, se puede repetir para cualquier de las nueve restantes, incluso para la totalidad de las mismas. Además, conviene realizar el análisis para otras variables sociodemográficas y, además, ilustrar qué son las *tablas de interacción*. Sobre esto último, puede tomarse cualquiera de las posibles tablas de contingencia (i. e., cruzando el nivel de formación y la respuesta proporcionada a una de las afirmaciones del cuestionario), pero ahora elaborando dos tablas de contingencia, una únicamente para mujeres y la otra exclusivamente para varones. ¿Qué interés tienen las tablas de interacción? Puede que, si se mezclan en una misma tabla de contingencia mujeres y varones, no se halle asociación entre ambas variables categóricas de interés, es decir, el nivel o grado de formación y la respuesta proporcionada a una de las afirmaciones del cuestionario. Ahora bien, cuando se analice la asociación por separado para mujeres y varones quizás se encuentre relación entre el nivel de formación y la respuesta

proporcionada para la subpoblación de mujeres, de varones o para ambas. Al respecto, el hecho de llegar a conclusiones distintas cuando los datos están agregados o desagregados se conoce como *paradoja de Simpson*.

## Para razonar y contestar

1. Indique algún ejemplo para utilizar la prueba de decisión sobre la independencia entre dos variables categóricas en el ámbito de la Psicología.
2. ¿Qué interés tienen las tablas de interacción?
3. ¿Qué ha aprendido sobre la asociación entre las creencias paranormales y las variables sociodemográficas?
4. Si no se ha incluido la variable edad en los análisis, ¿por qué se ha tenido en cuenta en el estudio? ¿A qué tipo de validez se pretende contribuir?



# Capítulo 23

## Pruebas $t$

### Introducción

El objetivo de la presente práctica es doble: metodológico y estadístico, considerando que ambos aspectos suelen estar presentes a la hora de llevar a cabo una investigación científica. De hecho, la metodología utilizada para planificar y realizar un estudio está estrechamente relacionada con la manera de tratar posteriormente la información mediante las potencialidades de la estadística descriptiva y/o la inferencial. Adicionalmente, estos dos componentes determinan en buena medida las conclusiones científicamente defendibles que se pueden extraer de un estudio.

Para la presente práctica, en cuanto a la vertiente metodológica, se pretende ilustrar una manera de planificar un estudio experimental con tal de obtener evidencias sobre la relación causal entre una variable independiente y una dependiente. En este caso la variable independiente se define como el tipo de información recibida sobre la inmigración: dicha variable tiene dos niveles, que se operativizan mediante dos vídeos informativos, etiquetados como “A” y “B”. La asignación de los participantes a cada uno de los dos niveles (i.e., a cada condición experimental) se realiza al azar. Se dispone por lo tanto de una variable de agrupación (también denominada “entre sujetos”) puesto que cada grupo se define por la condición por la que pasa. Según esta característica el diseño se denominaría “diseño de dos grupos al azar”, debido a la manera en la cual dichos grupos se forman.

La variable dependiente es la valoración que los participantes (i.e., los estudiantes) hacen de la inmigración. Dicha valoración se realiza mediante una escala analógica visual en la cual los estudiantes han de ubicarse en un continuo que va desde la valoración negativa máxima hasta la positiva máxima. Los participantes han de proporcionar esta valoración tanto antes como después de haber estado ex-

puestos a los diferentes tipos de información sobre la inmigración. Por lo se dispone de una variable de medidas repetidas (también denominada “intra-sujeto”) que es el momento de medida, con dos niveles: “pre” y “post”. Considerando la presencia de una variable independiente de agrupación y otra de medidas repetidas, el diseño utilizado para el estudio se denominaría “diseño factorial mixto” (para más información consulte capítulo 10 de [Ato y Vallejo, 2007](#)).

El objetivo estadístico de la presente práctica está relacionado con la aplicación de dos versiones de la prueba  $t$ . Una de estas versiones se denomina “prueba  $t$  para muestras independientes”. Dicha prueba se aplica a diseños en los que se recogen datos de grupos independientes con tal de comparar el parámetro media de la variable de interés en las dos poblaciones de las cuales se han extraído aleatoriamente las muestras. Alternativamente, esta prueba puede conceptualizarse como una prueba de asociación entre una variable cualitativa dicotómica (tipo de información proporcionada: vídeo A y vídeo B) y una variable cuantitativa (valoración de la inmigración). Otra de las versiones se denomina “prueba  $t$  para muestras relacionadas”. Esta prueba se aplica a diseños en los que se recogen datos de un grupo medido en dos ocasiones o de dos grupos, los miembros de los cuales han sido emparejados en función de alguna variable de posible confundido (i.e., una variable que puede afectar a la respuesta y que se desea controlar para incrementar la confianza en la relación causal entre las principales variables de interés). Tal y como ha sido descrita la situación en la presente práctica, esta segunda versión de la prueba puede entenderse como una prueba de asociación entre una variable cualitativa dicotómica (momento de medida: pre y post recepción de la información) y una variable cuantitativa (valoración de la inmigración). En la práctica se pretende mostrar el uso de las pruebas  $t$  con la finalidad de ilustrar el tipo de información que proporcionan y también sus limitaciones.

Combinando el objetivo metodológico con el estadístico se pretende llegar a una conclusión sobre si el tipo de información proporcionada puede relacionarse inequívocamente y de forma causal con la valoración de la inmigración. Se ilustrará cómo la información obtenida mediante la estadística descriptiva y la estadística inferencial pueden ser útiles para la finalidad anteriormente mencionada.

## Tareas: recogida de datos

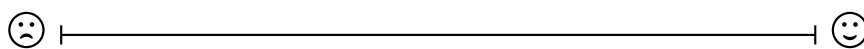
0. Idealmente: seleccionar los participantes/estudiantes de una lista que contenga todos los estudiantes de primer curso, segundo semestre.
1. Seleccionar al azar de toda la muestra (con tamaño  $n$ ) aquellos participantes ( $n/2$ ) que formarán parte del grupo A. Dicha selección puede llevarse a cabo

utilizando R. El ejemplo que se presenta a continuación es para un grupo de 80 personas. Adviértase que hay que utilizar muestreo sin reposición (la opción `replace` tiene el valor `FALSE`):

```
n <- 80
sample(1:n, (n/2), replace = FALSE)
```

2. Recoger los datos correspondientes a la medida pre:

Ítem: indique el grado en que está en contra (☹) o a favor (☺) de la inmigración mediante una línea vertical sobre el continuo que se presenta abajo.



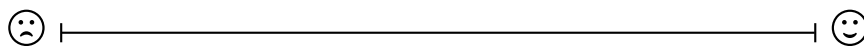
3. Administrar los dos tipos de información:

El grupo A visualiza el vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=B1CKD8SXcRU>.

El grupo B visualiza el vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=ZQNfVVIDZFE>.

4. Recoger los datos correspondientes a la medida post:

Ítem: indique el grado en que está en contra (☹) o a favor (☺) de la inmigración mediante una línea vertical sobre el continuo que se presenta abajo.



5. Construir la matriz de datos con las siguientes variables: identificador del participante, condición experimental, medida pre y medida post.

## Cuestiones relacionadas con la Metodología

1. ¿Por qué se requiere una variable que sea el identificador del participante?
2. ¿Por qué “el tipo de información proporcionada” se ha presentado como una variable independiente activa y no como una variable explicativa o predictora o independiente asignada?
3. ¿Para que podamos considerar que el tipo de vídeo se relaciona con la valoración de la inmigración qué comparaciones hay que realizar y qué resultados se esperan? Formule las correspondientes hipótesis nulas, teniendo en cuenta si éstas han de ser direccionales o no, además de indicar para cada una de ellas si el resultado esperado es que la hipótesis sea rechazada o no.

## Cuestiones relacionadas con la Estadística

1. Obtenga la diferencia de medias: valor descriptivo. ¿Cuán probable es si la verdadera diferencia de medias en la población fuera 0?
2. Comente el sentido de las fórmulas de la  $t$ .
3. Interprete el valor  $p$ : a) comente la diferencia entre hipótesis direccional o no (una o dos colas); b) interprete como riesgo de equivocarse al rechazar la hipótesis nula y proporcione también otro tipo de interpretación que se podría hacer.
4. Comente qué implicaría no rechazar la hipótesis nula.
5. Comente qué implicaría rechazar la hipótesis nula.
6. Para cada comparación de muestras independientes obtenga el rango de valores plausibles para el parámetro poblacional estimado utilizando la pestaña **Data two** del archivo Excel denominado **ESCI chapters 5-6** o **ESCI 64bit chapters 5-6** (según las características de su sistema operativo). Introduciendo los datos para las dos muestras obtendrá la siguiente información: a) los intervalos de confianza a partir de cada muestra; b) la representación gráfica (incluyendo el solapamiento de los intervalos de confianza); y c) el nivel de significación para las comparaciones de grupos independientes. Interprete los resultados.

Tenga en cuenta que los resultados referentes a la decisión estadística se pueden obtener mediante R-Commander: **Estadísticos** → **Medias** → **Test t para muestras independientes**. Adicionalmente, la representación gráfica de los intervalos de confianza se puede obtener a través de R-Commander: **Gráficas** → **Gráfica de las medias**: seleccionando la opción “Intervalos de confianza”.

7. Para cada comparación de muestras relacionadas obtenga el rango de valores plausibles para el parámetro poblacional estimado utilizando la pestaña **Data paired** del archivo Excel denominado **ESCI chapters 5-6** o **ESCI 64bit chapters 5-6** (según las características de su sistema operativo). Introduciendo los datos para las dos muestras obtendrá la siguiente información: a) los intervalos de confianza a partir de cada muestra y su representación gráfica (incluyendo el solapamiento de los intervalos de confianza); b) el intervalo de confianza para la diferencia de medias y su representación gráfica; y c) el nivel de significación para las comparaciones de grupos relacionados. Interprete los resultados.

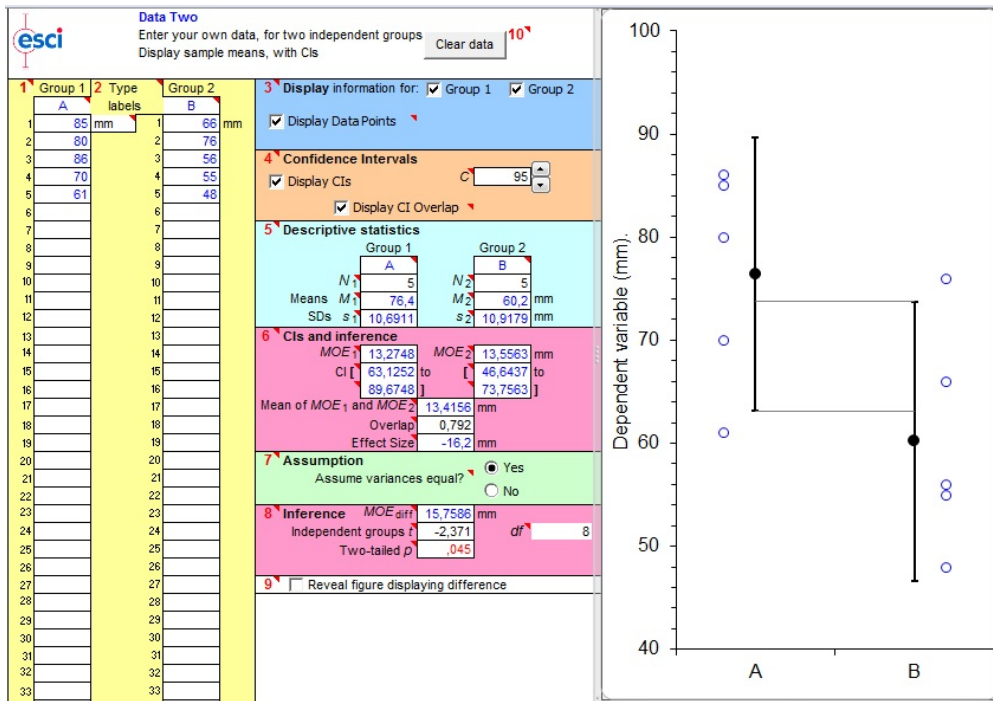


Figura 23.1: Comparación en la medida post (mm en la escala visual analógica) entre los dos grupos.

Tenga en cuenta que los resultados referentes a la decisión estadística se pueden obtener mediante R-Commander: Estadísticos → Medias → Test t para datos relacionados.

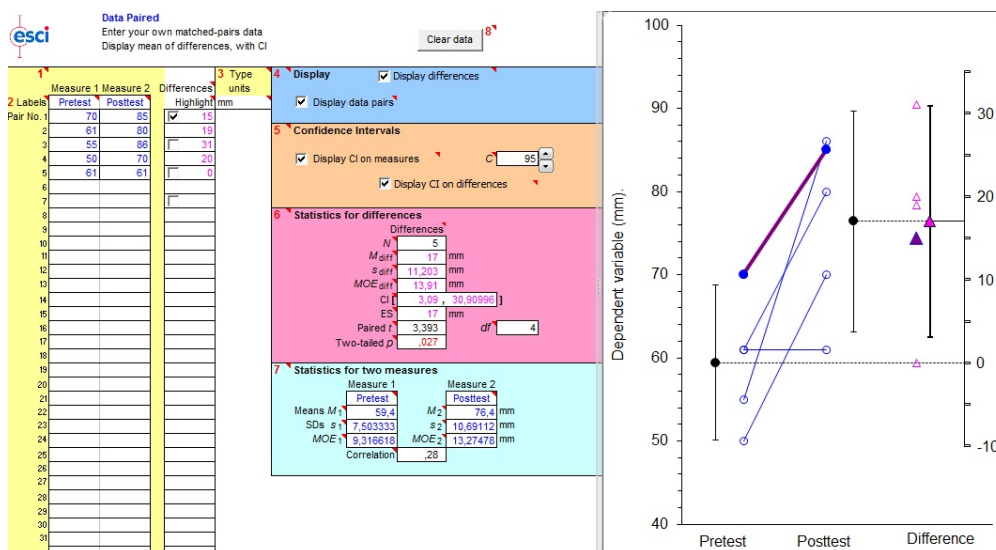


Figura 23.2: Comparación pre-post para (mm en la escala visual analógica) el grupo que observa el vídeo que pretende influir en las percepciones.

8. Comente el tamaño del efecto: se sugiere utilizar la diferencia de medias estandarizada puesto que se dispone de criterios para su interpretación (véase [Cohen, 1992](#)).
9. Valore si se ha obtenido evidencia sobre la relación causal entre el tipo de información recibida y la valoración de la inmigración.
10. Comente a qué población podrían ser extrapolables los resultados, teniendo en cuenta la manera de seleccionar a los participantes en este estudio.
11. Comente si la extensión de la extrapolación cambia, si se considera que el mismo tipo de estudio se ha realizado en todos los grupos de matrícula de la asignatura “Estadística” que se imparte en la Facultad de Psicología.

## Lecturas Complementarias

Keppel, G. (1991). *Design and analysis: A researcher's handbook*. (3a ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (Capítulo 17).

## Capítulo 24

# Pruebas no paramétricas

### Introducción

El rendimiento en asignaturas relacionadas con la Estadística y la Metodología se puede explicar en parte por la forma en la que se imparten los contenidos y también en los aspectos en los que el docente hace más énfasis. Así, se ha buscado aumentar el rendimiento académico a través de iniciativas como la remodelización de las asignaturas, en la búsqueda de referentes reales que ayuden a entender los contenidos más abstractos o la enseñanza de estrategias de resolución de problemas, entre otras.

No obstante, pese a que parte del rendimiento efectivamente se debe al desempeño docente, no se puede negar el hecho de que el rendimiento académico, no solo en Estadística sino en cualquier otra materia, se explica en gran medida por aspectos motivacionales del propio estudiante. Dentro de este amplio campo se ha investigado el efecto sobre el rendimiento académico de la llamada *autoeficacia*, esto es, la percepción que cada persona tiene a propósito de su capacidad para conseguir un determinado objetivo (ver [Bandura, 1977](#)). De acuerdo a estas últimas investigaciones, la iniciación de conductas dirigidas a un objetivo concreto (p. e., aprender Estadística) y la persistencia en las estrategias de afrontamiento ante eventuales problemas en la consecución de dicho objetivo se explicarían por la percepción que los estudiantes puedan tener en relación a la propia capacidad para lograr el mencionado objetivo.

En un estudio relativamente reciente ([Finney y Schraw, 2003](#)) se desarrollaron dos instrumentos para medir la autoeficacia en Estadística: una prueba de autoeficacia en Estadística (CSSE, para evaluar la competencia percibida para resolver problemas estadísticos concretos) y una prueba de autoeficacia en el aprendizaje

de Estadística (SELS, para evaluar la competencia percibida para aprender los contenidos propios de un curso de Estadística). En la presente práctica se pretende evaluar la autoeficacia en Estadística (mediante el CSSE) en una muestra de estudiantes de la asignatura de Estadística. Para ello se tomarán varias medidas a lo largo del curso. Nuestras conjeturas son las siguientes:

1. Experiencias negativas en la asignatura u otras similares (repetir la asignatura de Estadística, suspender *Tècniques de Recerca*) se asocian a una menor competencia percibida en los estudiantes antes incluso de empezar el curso.
2. Los estudiantes que preparan adecuadamente la asignatura (asisten a clase y trabajan los contenidos de forma constante) incrementarán su percepción de autoeficacia.

Como supuesto adicional, se considerará que no se cumplen las condiciones de aplicación para poder utilizar pruebas paramétricas de comparación de medias y, por lo tanto, deberemos utilizar pruebas no paramétricas a lo largo de la presente práctica.

## Desarrollo de la práctica

Para poder someter a contraste las conjeturas iniciales es necesario realizar los siguientes pasos:

1. El primer día del curso se administrará el cuestionario que aparece en la Tabla 24.1. Es importante que los alumnos se identifiquen con su NIUB pues se requiere de un identificador para poder emparejar las sucesivas mediciones. El CSSE se compone de 14 ítems que evalúan la confianza que otorgan las personas a su capacidad para resolver un conjunto de tareas relacionadas con la Estadística. Los ítems se contestan mediante una escala graduada de 6 alternativas de respuesta que oscila entre ninguna confianza (1) y total confianza (6). Para cada reactivo se debe marcar la respuesta que mejor se ajuste al estado actual de capacidad de la persona. Es importante que se marquen todas las respuestas para poder obtener las puntuaciones globales en el cuestionario.
2. Una vez recogidos los datos se procederá a codificar la base de datos para su posterior análisis estadístico. En este sentido, se pueden crear archivos de texto (p. e., archivos *txt*), hojas de cálculo (p. e., archivos Excel) u otros tipos de archivos que incluyan los datos recogidos. Una vez creado el archivo de datos se obtendrán las puntuaciones globales de cada uno de los participantes (es la suma de todos los ítems). Complementariamente, se creará una nueva variable que clasificará a los participantes como poseedores o no de experiencias negativas relacionadas con la asignatura de Estadística o *Tècniques*



*de Recerca* (haber suspendido *Tècniques de Recerca* y/o ser repetidor/a de Estadística). Dichas variables se pueden obtener mediante un software como es R-Commander que ya incorpora rutinas para la recodificación y creación de variables.

3. Se administrará el cuestionario que aparece en la Tabla 24.2 en una posterior sesión de clase. Nótese que en este segundo cuestionario se recoge información acerca del seguimiento de la asignatura de Estadística, además del NIUB y de los ítems del CSSE.
4. Se incorporará toda esta información a la base de datos, teniendo en cuenta que se deben emparejar las sucesivas mediciones en base al identificador de los participantes.
5. Una vez finalizada la codificación se procederá al análisis estadístico pertinente para responder a las cuestiones que se muestran en el siguiente apartado.

## Tareas

1. Formule la hipótesis estadística para la primera conjetura, justificando las variables de interés para someter a prueba dicha hipótesis.
2. Justifique la prueba estadística de elección para el contraste de la hipótesis estadística formulada en el apartado anterior. Téngase en cuenta el supuesto de partida del incumplimiento de las condiciones para la aplicación de una prueba paramétrica de comparación de medias.
3. Interprete los resultados obtenidos en dicha prueba estadística: valor del estadístico de contraste, grado de significación estadística, etc.
4. Formule la hipótesis estadística para la segunda conjetura, justificando las variables de interés para someter a prueba dicha hipótesis.
5. Justifique la prueba estadística de elección para el contraste de la hipótesis estadística formulada en el apartado anterior.
6. Interprete los resultados obtenidos en dicha prueba estadística: valor del estadístico de contraste, grado de significación estadística, etc.
7. Comente las conclusiones generales a las que llega a partir de las 2 pruebas estadísticas realizadas.
8. Finalmente, represente gráficamente la distribución conjunta de las 2 variables de interés para cada uno de las pruebas estadísticas realizadas. ¿Se puede considerar que la representación gráfica confirma lo que se ha concluido gracias a las pruebas estadísticas?

Tabla 24.1: Algunas variables de interés para la 1<sup>a</sup> recogida de datos de la práctica y los 14 ítems de la prueba CSSE para la evaluación de la autoeficacia relacionada con las habilidades estadísticas.

| <b>NIUB:</b>   |           |           |   |   |   |   |
|--|-----------|-----------|---|---|---|---|
| <b>Repito Estadística:</b>   | <b>SÍ</b> | <b>NO</b> |   |   |   |   |
| <b>Suspendí <i>Tècniques de Recerca</i>:</b>   | <b>SÍ</b> | <b>NO</b> |   |   |   |   |
| 1. Identificar la escala de medida de una variable   | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2. Interpretar el valor $p$ de una prueba estadística  | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3. Identificar si una distribución es asimétrica a partir de 3 medidas de tendencia central                  | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4. Seleccionar el procedimiento estadístico adecuado para responder a una pregunta de investigación          | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5. Interpretar los resultados de un procedimiento estadístico en términos de la pregunta de investigación    | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 6. Identificar los factores que influyen en la potencia estadística de una prueba                            | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7. Explicar qué significa el valor de la desviación típica en términos de la variable medida                 | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 8. Diferenciar entre el error tipo I y el error tipo II en un contraste de hipótesis                         | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 9. Explicar qué mide el error estándar   | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 10. Distinguir entre la finalidad de un procedimiento descriptivo y de un procedimiento inferencial          | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 11. Distinguir la información diferencial proporcionada por 3 medidas de tendencia central                   | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 12. Identificar las diferencias entre un parámetro y un estadístico  | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 13. Identificar a la media, la mediana y la moda como indicadores de tendencia central                       | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 14. Explicar la diferencia entre una distribución muestral y la distribución de una variable en la población | 1         | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 |

Tabla 24.2: Algunas variables de interés para la 2<sup>a</sup> recogida de datos de la práctica y los 14 ítems de la prueba CSSE para la evaluación de la autoeficacia relacionada con las habilidades estadísticas.

| <b>NIUB:</b>   |    |    |   |   |   |   |
|--|----|----|---|---|---|---|
| <b>He asistido a clase y trabajado la asignatura de Estadística de forma constante hasta el día de hoy:</b>  |    |    |   |   |   |   |
|  | SÍ | NO |   |   |   |   |
| 1. Identificar la escala de medida de una variable   | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2. Interpretar el valor $p$ de una prueba estadística  | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3. Identificar si una distribución es asimétrica a partir de 3 medidas de tendencia central                  | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4. Seleccionar el procedimiento estadístico adecuado para responder a una pregunta de investigación          | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5. Interpretar los resultados de un procedimiento estadístico en términos de la pregunta de investigación    | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 6. Identificar los factores que influyen en la potencia estadística de una prueba                            | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7. Explicar qué significa el valor de la desviación típica en términos de la variable medida                 | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 8. Diferenciar entre el error tipo I y el error tipo II en un contraste de hipótesis                         | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 9. Explicar qué mide el error estándar   | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 10. Distinguir entre la finalidad de un procedimiento descriptivo y de un procedimiento inferencial          | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 11. Distinguir la información diferencial proporcionada por 3 medidas de tendencia central                   | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 12. Identificar las diferencias entre un parámetro y un estadístico  | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 13. Identificar a la media, la mediana y la moda como indicadores de tendencia central                       | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 14. Explicar la diferencia entre una distribución muestral y la distribución de una variable en la población | 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |

## Capítulo 25

# Inconsistencias de los coeficientes de correlación

### Introducción

Ya sea en el análisis descriptivo como en la inferencia estadística, no es en absoluto conveniente, a partir de una base de datos específica, solo calcular los valores para los distintos coeficientes de correlación. La razón es que, contrariamente a lo que pudiera esperarse, existen diversos casos concretos para los cuales los valores de los diferentes coeficientes de correlación pudieran no representar adecuadamente la realidad. En otros términos, realizar un análisis estadístico para la asociación, en el caso que nos ocupa sobre la correlación, entre dos variables no es tan inmediato como solo calcular el valor de uno o de algunos índices estadísticos. Entonces, ¿qué conviene hacer? Es preciso, sin duda alguna, realizar un diagrama de dispersión, o sea, una representación gráfica donde en el eje de las abscisas se represente una de las variables y en el eje de las ordenadas la otra. Esta sencilla representación gráfica ya nos mostrará si los valores obtenidos para los coeficientes de correlación representan adecuadamente la asociación entre ambas variables.

### Bases de datos

Para ilustrar cómo en algunas ocasiones los valores de los coeficientes de correlación conducen a una falta de representatividad de la asociación existente entre dos variables, es posible utilizar distintos ejemplos. En el contexto del modelo de regresión lineal simple, aunque también es útil si nos referimos a los coeficientes de correlación, existe una base de datos que permite mostrar la conveniencia de realizar representaciones gráficas y no únicamente reducir el análisis estadístico

al exclusivo cálculo de valores de índices estadísticos (Anscombe, 1973). Con frecuencia se recurre a la referida base de datos en las publicaciones científicas y en los cursos de Estadística, incluso en obras que tratan específicamente sobre la importancia de las representaciones gráficas en el análisis estadístico (Tufte, 1983). Es por esta razón, es decir, por la gran difusión de la referida base de datos, que mostraremos algunos problemas de los coeficientes de correlación para representar la asociación entre dos variables mediante ese conjunto de datos. En la Tabla 25.1 se encuentran las ocho variables consideradas por Anscombe (1973) para ilustrar algunos problemas si se trata de representar una relación lineal. Las ocho variables se agrupan en cuatro pares, por eso en cada par se ha denotado una variable mediante  $X$  y la otra como  $Y$ , tan solo modificándose la numeración del par, de uno a cuatro. Se especifica un total de once participantes en el supuesto estudio. También conviene notar que  $X1$ ,  $X2$  y  $X3$  tienen los mismos valores y que en  $X4$  todos los valores son idénticos excepto uno de ellos.

Tabla 25.1: Se muestran las ocho variables propuestas por Anscombe (1973).

| Participante | X1    | Y1    | X2    | Y2   | X3    | Y3    | X4    | Y4    |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1            | 10,00 | 8,04  | 10,00 | 9,14 | 10,00 | 7,46  | 8,00  | 6,58  |
| 2            | 8,00  | 6,95  | 8,00  | 8,14 | 8,00  | 6,77  | 8,00  | 5,76  |
| 3            | 13,00 | 7,58  | 13,00 | 8,74 | 13,00 | 12,74 | 8,00  | 7,71  |
| 4            | 9,00  | 8,81  | 9,00  | 8,77 | 9,00  | 7,11  | 8,00  | 8,84  |
| 5            | 11,00 | 8,33  | 11,00 | 9,26 | 11,00 | 7,81  | 8,00  | 8,47  |
| 6            | 14,00 | 9,96  | 14,00 | 8,10 | 14,00 | 8,84  | 8,00  | 7,04  |
| 7            | 6,00  | 7,24  | 6,00  | 6,13 | 6,00  | 6,08  | 8,00  | 5,25  |
| 8            | 4,00  | 4,26  | 4,00  | 3,10 | 4,00  | 5,39  | 19,00 | 12,50 |
| 9            | 12,00 | 10,84 | 12,00 | 9,13 | 12,00 | 8,15  | 8,00  | 5,56  |
| 10           | 7,00  | 4,82  | 7,00  | 7,26 | 7,00  | 6,42  | 8,00  | 7,91  |
| 11           | 5,00  | 5,68  | 5,00  | 4,74 | 5,00  | 5,73  | 8,00  | 6,89  |

## Análisis estadístico

Se propone realizar a cada estudiante las siguientes tareas en el orden que se propone a continuación y, cuando proceda, reflexionar sobre los resultados obtenidos:

1. Introducir los datos de la Tabla 1 en una base de datos u hoja de cálculo. Ésta última puede ser, por ejemplo, Excel. Una vez se han introducido los datos, éstos pueden importarse desde una aplicación estadística. También pueden introducirse los datos directamente en los editores de datos disponibles en las aplicaciones estadísticas (p. e.: R-Commander). Se puede importar la Tabla 1 desde R mediante los siguientes pasos. Primero, seleccione la Tabla 25.1 en

el documento *PDF* y cópiela. Segunda, en el indicador de comandos de R escriba:

```
Anscombe <- read.table(file="clipboard",header=TRUE, dec=",")
```

Tercero, y finalmente, ejecute **R-Commander** y desde datos activos seleccione la base de datos denominada **Anscombe**.

2. Mediante diagramas de dispersión, representar gráficamente las relaciones entre los pares de variables  $X1 - Y1$ ,  $X2 - Y2$ ,  $X3 - Y3$  y  $X4 - Y4$ . Una vez finalizada esta tarea es conveniente reflexionar sobre los patrones de relación observados.
3. Para los cuatro pares de variables anteriores, calcular el coeficiente de correlación lineal producto-momento, también conocido como coeficiente de correlación de *Pearson*. Cuando ya se disponga de los valores de asociación, es preciso comparar sus valores y ponerlos en conexión con las representaciones gráficas obtenidas en el punto anterior.
4. De nuevo para los cuatro pares de variables, obtener el coeficiente de correlación por rangos, también conocido como coeficiente de correlación de *Spearman*. Similarmente, como se hizo para el coeficiente de correlación lineal producto-momento, resulta de interés comparar los valores de correlación obtenidos y relacionarlos con las representaciones gráficas proporcionadas por los diagramas de dispersión.
5. Tanto para el coeficiente de correlación lineal producto-momento como para el coeficiente de correlación por rangos, especifique la hipótesis nula para el contraste de independencia entre un par de variables.
6. También para el coeficiente de correlación lineal producto-momento y para el coeficiente de correlación por rangos, ¿rechazaría o no la hipótesis nula que establece la independencia entre las variables para todos y cada uno de los pares de variables anteriormente especificados, es decir, para  $X1 - Y1$ ,  $X2 - Y2$ ,  $X3 - Y3$  y  $X4 - Y4$ ?

## Para razonar y contestar

Las reflexiones que a continuación se detallan deben ser realizadas por cada uno de los estudiantes y también proporcionar una respuesta:

1. ¿Por qué es conveniente obtener una representación gráfica antes de calcular un coeficiente de correlación?
2. ¿Qué implicaciones puede tener sobre la decisión estadística que los coeficientes de correlación puedan no representar con precisión la realidad?

## Capítulo 26

# Correlación entre los 5 Grandes de Personalidad

### Introducción

El *NEO PI-R* (Costa y McCrae, 2008) es una prueba psicológica desarrollada para medir una estructura de factores de personalidad que ha sido denominada *Los cinco grandes*. En el *NEO PI-R* se hallan cinco escalas globales, cada una correspondiente a un factor de personalidad, y son las que a continuación se especifican: neuroticismo (N), extraversión (E), apertura (O), amabilidad (A) y, por último, responsabilidad (R). Además, el *NEO PI-R* permite obtener medidas para las diferentes facetas o elementos constituyentes de los anteriores factores que se han mencionado. En la Tabla 26.1 se detallan, para los diferentes factores, las distintas facetas que los componen, de forma que se entiende mejor qué representa cada una de esas dimensiones.

El factor denominado *neuroticismo* es bipolar y contrapone el ajuste y la estabilidad emocional frente al desajuste o neuroticismo. La dimensión *extraversión* se corresponde con la sociabilidad, el gusto por la excitación y la estimulación. En el otro extremo, el introvertido, que no es el opuesto del extrovertido, es reservado, independiente y constante. La característica conocida como *apertura* se refiere al interés de las personas tanto por el mundo exterior como el interior. La apertura está relacionada con el pensamiento divergente y la creatividad. El factor *amabilidad* se asocia, en uno de sus extremos, con las personas altruistas y cooperadoras, mientras que en el otro se refiere a personas egocéntricas, suspicaces y opositoras frente a cooperadoras. En cuanto a la dimensión *responsabilidad*, en uno de sus polos, se asocia con el proceso activo de planificación, organización y ejecución de las tareas. Las personas responsables son escrupulosas, puntuales y fiables. En el polo opuesto del factor, las personas resultan más hedonistas, menos constantes para

Tabla 26.1: Facetas o constituyentes correspondientes a los diferentes factores del *NEO PI-R*.

|                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| <b>Facetas de neuroticismo</b>    |                          |
| N1                                | Ansiedad                 |
| N2                                | Hostilidad               |
| N3                                | Depresión                |
| N4                                | Ansiedad social          |
| N5                                | Impulsividad             |
| N6                                | Vulnerabilidad           |
| <b>Facetas de extraversión</b>    |                          |
| E1                                | Cordialidad              |
| E2                                | Gregarismo               |
| E3                                | Asertividad              |
| E4                                | Actividad                |
| E5                                | Búsqueda de emociones    |
| E6                                | Emociones positivas      |
| <b>Facetas de apertura</b>        |                          |
| O1                                | Fantasía                 |
| O2                                | Estética                 |
| O3                                | Sentimientos             |
| O4                                | Acciones                 |
| O5                                | Ideas                    |
| O6                                | Valores                  |
| <b>Facetas de amabilidad</b>      |                          |
| A1                                | Confianza                |
| A2                                | Franqueza                |
| A3                                | Altruismo                |
| A4                                | Actitud conciliadora     |
| A5                                | Modestia                 |
| A6                                | Sensibilidad a los demás |
| <b>Facetas de responsabilidad</b> |                          |
| C1                                | Competencia              |
| C2                                | Orden                    |
| C3                                | Sentido del deber        |
| C4                                | Necesidad de logro       |
| C5                                | Autodisciplina           |
| C6                                | Deliberación             |

alcanzar los objetivos. Para una definición de las facetas de estos cinco factores se remite al lector al manual de la prueba psicológica ([Costa y McCrae, 2008](#)).

El *NEO PI-R* es un test psicológico que puede administrarse de forma indi-



vidual o colectiva. No dispone de tiempo máximo para responder a las diferentes proposiciones, pero la mayoría de las personas requiere entre 30 y 40 minutos para dar respuesta a la totalidad de afirmaciones. Existe una versión reducida de esta prueba psicológica, el *NEO-FFI*, que es la que se utilizará para realizar la presente práctica. La versión reducida no permite obtener medidas para las facetas, pero sí para los distintos factores, es decir, neuroticismo, extraversión, apertura, amabilidad y responsabilidad. Tampoco hay un tiempo límite para responder la versión reducida, pero la gran mayoría de personas requiere entre 10 y 15 minutos para proporcionar una respuesta a todas las afirmaciones. Similarmente al *NEO PI-R*, el *NEO-FFI* se puede administrar de forma individual o colectiva.

En referencia al *NEO-FFI*, los cinco factores no parecen ser independientes entre sí, aunque la intensidad de la asociación puede variar apreciablemente según el par de factores que se considere. En la Tabla 26.2 se muestran los valores del coeficiente de correlación lineal producto-momento para la totalidad de pares de factores correspondientes al *NEO-FFI* (Costa y McCrae, 2008).

Tabla 26.2: Valores del coeficiente de correlación lineal producto-momento para la totalidad de pares de factores del *NEO FFI*. Son valores obtenidos para la población general.

|                 | Neuroticismo | Extraversión | Apertura | Amabilidad | Responsabilidad |
|-----------------|--------------|--------------|----------|------------|-----------------|
| Neuroticismo    | –            | –0,40        | –0,15    | –0,32      | –0,53           |
| Extraversión    | –0,40        | –            | 0,38     | 0,28       | 0,38            |
| Apertura        | –0,15        | 0,38         | –        | 0,17       | 0,22            |
| Amabilidad      | –0,32        | 0,28         | 0,17     | –          | 0,33            |
| Responsabilidad | –0,53        | 0,38         | 0,22     | 0,33       | –               |

## Desarrollo de la práctica

Los estudiantes dispondrán de un fichero, por ejemplo en formato Excel o R-Commander, con la información correspondiente a los cinco factores, el sexo y la opción de bachillerato. A continuación se realizará el análisis estadístico por medio de una aplicación informática (por ejemplo, R-Commander). Se deberán realizar las siguientes tareas:

1. Obtener los correspondientes diagramas de dispersión para los diez pares distintos de variables. Determinar, en cada caso, la conveniencia de obtener el coeficiente de correlación lineal producto-momento o el coeficiente de correlación por rangos.
2. Determinar los valores correspondientes a los distintos pares de factores y rellenar las celdas vacías de la Tabla 26.3.

Tabla 26.3: En la triangular inferior de la tabla se encuentran los valores del coeficiente de correlación lineal producto-momento para la totalidad de pares de factores del *NEO FFI* tal como se hallan en la Tabla 26.2.

|                 | Neuroticismo | Extraversión | Apertura | Amabilidad | Responsabilidad |
|-----------------|--------------|--------------|----------|------------|-----------------|
| Neuroticismo    | –            |              |          |            |                 |
| Extraversión    | –0,40        | –            |          |            |                 |
| Apertura        | –0,15        | 0,38         | –        |            |                 |
| Amabilidad      | –0,32        | 0,28         | 0,17     | –          |                 |
| Responsabilidad | –0,53        | 0,38         | 0,22     | 0,33       | –               |

## Para razonar y contestar

Las reflexiones que a continuación se detallan deben ser realizadas por cada uno de los estudiantes y también proporcionar una respuesta:

1. ¿Son independientes las dimensiones de personalidad del modelo de los *Cinco Grandes*?
2. Las correlaciones se han obtenido para una muestra de estudiantes de Psicología. ¿Son los resultados obtenidos para los estudiantes de Psicología similares a los de la población general?

## Capítulo 27

# Análisis de la Variancia

### Introducción

¿Cuáles son las actividades que se realizan durante el tiempo libre? Con total certeza son muy diversas y, así, ninguna encuesta puede incluir la totalidad de actividades. Ahora bien, sí es posible conocer cómo la mayoría de las personas emplean su tiempo libre. En el siguiente enlace se pueden encontrar resultados referidos a cómo se utiliza el tiempo libre, es decir, qué actividades son las más habituales:

<http://www.csd.gob.es/csd/sociedad/encuesta-de-habitos-deportivos/encuesta-de-habitos-deportivos-2005/2-tiempo-libre-actividades-de-ocio-y-deporte>

Como se ha podido comprobar en la anterior dirección, la información disponible está referida al porcentaje de personas que realizan las diferentes actividades. Al respecto, en la encuesta llevada a cabo en el año 2005, las diez actividades más comúnmente realizadas fueron las siguientes (entre paréntesis se indica el porcentaje de encuestados que manifestaron realizar esa actividad): *Estar con la familia* (85%), *Ver televisión* (78%), *Pasear* (67%), *Estar con los amigos/as* (65%), *Escuchar música* (55%), *Leer libros, revistas* (53%), *Oír la radio* (47%), *Ir de compras a centros comerciales* (42%), *Ir al cine* (39%) y *Salir al campo, ir de excursión* (39%). Ahora bien, las actividades más frecuentes no implican que sean aquellas a las cuales se dedica una mayor parte del tiempo. Para obtener información al respecto, en el presente estudio, además de preguntar a los encuestados si realizan o no cada una de una serie de actividades, en el caso de que la realicen se les solicita información sobre el tiempo dedicado a la misma. Específicamente, se requiere a los participantes que estimen los minutos semanales dedicados a la actividad.

Como el tiempo dedicado a cada actividad puede depender tanto del sexo como de la formación de los participantes, se solicitará esta información a fin de determinar si estas variables sociodemográficas están vinculadas con la cantidad de tiempo invertido en las diversas actividades realizadas durante el tiempo libre.

## Cuestionario actividades durante el tiempo libre

En la Tabla 27.1 se encuentra el cuestionario que recoge las actividades detalladas en el enlace anteriormente indicado. Los participantes deberán indicar, además del sexo, la edad y la formación, si realizan o no cada una de las actividades y, en caso afirmativo, una estimación aproximada de la cantidad de tiempo que dedican semanalmente.

Tabla 27.1: Se incluyen veintiséis actividades en las que ocupar el tiempo libre. Hay una opción adicional, pero realmente se trata de especificar aquella actividad o actividades que la persona que responde realice y no se halle entre las anteriores. Para cada actividad debe indicarse si se realiza o no y, en caso afirmativo, debe añadirse una estimación aproximada de la cantidad de minutos semanales dedicados a esa actividad.

| Sexo: Varón Mujer   | Edad: | Formación: EGB/ESO | Bachillerato/FP/CF     | Titulación universitaria |
|---|-------|--------------------|------------------------|--------------------------|
| Actividades durante el tiempo libre   |       |                    | ¿Realiza la actividad? | Minutos semanales        |
| Lectura de libros, revistas   |       |                    |                        |                          |
| Tocar un instrumento musical  |       |                    |                        |                          |
| Ver deporte   |       |                    |                        |                          |
| Salir con mi novio/a o algún/a chico/a  |       |                    |                        |                          |
| Estar con la familia  |       |                    |                        |                          |
| Hacer deporte   |       |                    |                        |                          |
| Ir de copas   |       |                    |                        |                          |
| Ver televisión  |       |                    |                        |                          |
| Ir a alguna asociación o club   |       |                    |                        |                          |
| Pasear  |       |                    |                        |                          |
| No hacer nada especial  |       |                    |                        |                          |
| Estar con los amigos/as   |       |                    |                        |                          |
| Escuchar música   |       |                    |                        |                          |
| Oír la radio  |       |                    |                        |                          |
| Ir de compras a centros comerciales   |       |                    |                        |                          |
| Ir al cine  |       |                    |                        |                          |
| Salir al campo, ir de excursión   |       |                    |                        |                          |
| Hacer trabajos manuales   |       |                    |                        |                          |
| Ir a reuniones políticas  |       |                    |                        |                          |
| Ocuparse del jardín   |       |                    |                        |                          |
| Asistir a conciertos, ópera   |       |                    |                        |                          |
| Frecuentar establecimientos de comida rápida                                  |       |                    |                        |                          |
| Ocio digital (navegar por internet, chatear, intercambiar SMS, Whatapps, etc) |       |                    |                        |                          |
| Ir al teatro  |       |                    |                        |                          |
| Asistir a actos culturales (conferencias, exposiciones)                       |       |                    |                        |                          |
| Ir a bailar   |       |                    |                        |                          |
| Otras respuestas (especificar):   |       |                    |                        |                          |

Sin duda existen otros cuestionarios (véase [Rodríguez y Agulló, 1999](#)), pero la distancia en el tiempo hace que no se incorporen actividades actuales que se

realizan durante el tiempo de ocio. Por ejemplo, la utilización del tiempo libre vinculado a las tecnologías informáticas no estaba tan extendida a finales del siglo XX como lo está en el siglo XXI. Este hecho recomienda recurrir al uso de cuestionarios que hayan sido actualizados y se correspondan con los tiempos actuales.

## Desarrollo de la práctica

La práctica se realizará según los pasos siguientes:

1. La información se fusionará en una base de datos común.
2. Se realizará un análisis de la variancia para una de las actividades realizadas durante el tiempo libre, separadamente para los factores *sexo* y *formación*, mientras que las horas dedicadas a esa actividad será la variable numérica. Se utilizará la aplicación R-Commander, debiéndose obtener la tabla de descomposición de la suma de cuadrados, los grados de libertad y los valores de probabilidad asociados a los distintos valores del estadístico  $F$ . Conviene verificar las condiciones de aplicación.
3. Seguidamente, para ambos análisis se tomarán las decisiones sobre la existencia o no de efectos estadísticamente significativos para el factor.
4. Ahora se realizará un análisis de la variancia, pero con ambos factores (i. e., *sexo* y *formación*) considerados simultáneamente. Esto permitirá descomponer el efecto de interacción.
5. A continuación se tomarán decisiones al respecto de la existencia o no de efectos principales estadísticamente significativos. Adicionalmente, ¿es estadísticamente significativo el efecto de la interacción? En caso afirmativo se hará un gráfico para ilustrar visualmente ese tipo de efecto.

Una vez finalizado el análisis estadístico anterior, se repetirá el proceso para todas las restantes actividades realizadas durante el tiempo libre, pero siguiendo un orden, de las más frecuentes a las menos habituales.

## Para razonar y contestar

1. En su conjunto, ¿difieren las mujeres y los varones en cuanto al tiempo invertido en las diferentes actividades realizadas durante el tiempo libre? También en su conjunto, ¿se advierten diferencias en el tiempo dedicado durante el tiempo libre según el grado de formación de las personas?
2. Si se han identificado efectos de interacción estadísticamente significativos, ¿se advierte algún patrón en los resultados obtenidos?

3. ¿Para qué actividades es más intensa la relación entre el sexo y los minutos dedicados a las mismas? ¿Y considerando la formación? Aquí se trata de utilizar algún indicador sobre el tamaño del efecto, como podría ser  $\eta^2$ .
4. ¿Qué interés tiene el análisis de la variancia en el contexto de los experimentos realizados en el laboratorio?
5. ¿Tendría algún interés controlar una variable como la edad?

## Bloque VI

### Tamaño del efecto

---

La estadística que se trabaja en el grado de Psicología hace referencia a tres aspectos diferentes, pero relacionados: los índices descriptivos y gráficos que representan la información visualmente (ver Bloque IV), las pruebas que permiten obtener la significación estadística de los resultados, que también se acompañan de representaciones gráficas (ver Bloque V) y los modelos de probabilidad que sirven de base a la inferencia estadística (ver Bloque III). Sin embargo, existe un aspecto que es transversal a los dos temas principales, la descripción y la inferencia estadística – los indicadores de tamaño del efecto. Actualmente esta pieza de información se recomienda en todos los informes técnicos y científicos, como complemento (y a veces como contrapartida) a los valores  $p$  que permiten la toma de decisiones estadísticas. Desde esta perspectiva, se puede conceptualizar al tamaño del efecto como parte de la estadística descriptiva, puesto que permiten cuantificar la relación entre dos o más variables, obteniendo información numérica que describe lo que se ha observado en la muestra. En este sentido, la cuantificación se centra en aspectos concretos de lo que se ha medido a nivel muestral, en vez de referirse a conceptos más abstractos como la probabilidad de observar un determinado valor del indicador en el caso de que el parámetro poblacional fuera exactamente igual a 0.

No obstante, los indicadores de tamaño del efecto también pueden entenderse como parte de la inferencia estadística por varias razones. En primer lugar, se pueden conceptualizar como estimaciones puntuales de la fuerza de la relación que existe (pero se desconoce) entre las variables en la población. Como ejemplo de la influencia del objetivo inferencial en los indicadores de tamaño del efecto hay que mencionar el hecho de que el índice omega-cuadrado ( $\omega^2$ ) se prefiere al índice eta-cuadrado ( $\eta^2$ ) para estimar la fuerza de la relación entre una variable categórica y una variable medida en escala de intervalo o razón, puesto que el segundo de estos indicadores sobreestima el parámetro poblacional. En segundo lugar, es posible y recomendable construir intervalos de confianza alrededor de las estimaciones puntuales, lográndose estimaciones por intervalo del parámetro. En tercer lugar, hay una relación conocida entre los valores  $p$  y los índices de tamaño del efecto; relación que permite la conversión de los primeros en los segundos (bajo ciertos supuestos) y además hace posible la realización de estudios de la potencia estadística antes de llevar a cabo una prueba de significación.

Teniendo en cuenta esta doble utilidad (descriptiva e inferencial) de los indicadores de tamaño del efecto, se ha considerado necesario incluirlo en el presente documento. Debido a la doble clasificación se optó por incluir las prácticas sobre tamaño del efecto en un bloque diferenciado.



## Capítulo 28

# Indicadores del tamaño del efecto en pruebas paramétricas

### Introducción

El uso de la Estadística en Psicología no se limita a la elaboración de gráficos, la obtención de índices descriptivos como la media y la etiquetación de los efectos o diferencias como “estadísticamente significativos”. A pesar de la atención que se presta a las pruebas de significación y al nivel de significación empírico (también conocido como valor  $p$  o nivel de significación), la Estadística ofrece otros tipos de información igual o más útiles. Uno de estos tipos de información lo constituyen los diferentes índices de tamaño del efecto. Aparentemente se trata de un “fenómeno” con auge reciente, pero una de las llamadas más claras a favor de superar y complementar a la información de los valores  $p$  data del año 1994, a cargo de Jacob Cohen, pionero en temas del uso e interpretación de tamaños del efecto, aparte de ser uno de los defensores de la necesidad de llevar a cabo análisis de la potencia de las pruebas estadísticas que se utilizan para decidir si un efecto es o no estadísticamente significativo. Entre las críticas a los valores  $p$  hay que destacar la pobre información que proporcionan y el mal uso que se hace de ésta proveniente de la comprensión inadecuada de lo que una prueba estadística verdaderamente hace o no hace. Sugerimos al lector interesado que consulte el trabajo de [Cohen \(1994\)](#), pero aun así haremos un apunte de carácter general sobre las pruebas de significación. Más allá de la etiqueta “estadísticamente significativo” no se esconde una importancia práctica (social, clínica, educativa, etc.), ni tampoco se incluye necesariamente información sobre la magnitud de un efecto o de una diferencia. Ser “estadísticamente significativo” significa, de hecho, que un efecto de la magnitud observada es “poco” probable que se dé al azar. En este punto hay que mencionar que la convención de lo que es “poco” probable es completamente arbitraria. Además, la corrección de la información sobre esta probabilidad está

sujeta al cumplimiento de los supuestos de la prueba de significación, entre los cuales se suele encontrar la necesidad de un muestreo aleatorio de la población de referencia, así como ciertas características de la distribución de la variable de interés en dicha población. Por último, es bien conocido que un efecto puede llegar a ser “estadísticamente significativo” siempre y cuando se disponga de una muestra lo suficientemente grande.

Debido a estas limitaciones de los valores  $p$ , ya en el año 1999 se hizo una llamada a favor de la necesidad de reportar otro tipo de información, como los tamaños del efecto y los intervalos de confianza alrededor de éstos (Wilkinson, 1999). Entre las ventajas de estos índices hay que mencionar, por una parte, que no están afectados sistemáticamente por el tamaño muestral. Mientras muestras más grandes se relacionan con valores  $p$  más pequeños (manteniendo constante el tamaño del efecto), tal relación no existe entre el tamaño muestral y el tamaño del efecto, ni en sentido positivo, ni tampoco en negativo. Por otra parte, los tamaños del efecto se centran en la magnitud del efecto o la fuerza de la relación entre variables, en vez de focalizarse en la hipótesis nula. En este punto es preciso mencionar que el valor  $p$  no tiene por qué hacer referencia únicamente a la hipótesis nula, pero desafortunadamente este es el uso más frecuente que se ha hecho. Sin embargo, hay que enfatizar que este indicador no ha de interpretarse necesariamente solo en función del nivel de significación nominal ( $\alpha$ ). Es decir, los valores  $p$ , aparte de ser inferiores o superiores a 0,05, también pueden cuantificar la magnitud del efecto. Manteniendo constante la cantidad de participantes, un valor  $p$  más pequeño hace referencia a un tamaño del efecto más grande. Esta relación negativa es lógica, puesto que si un efecto observado en una muestra es grande, es menos probable que se dé si proviene de una población en la cual el efecto es inexistente (como postula la hipótesis nula). De hecho, la relación entre el tamaño del efecto más utilizado, la  $d$  de Cohen, y el estadístico de prueba, la  $t$ , es la siguiente:

$$d = t \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$$

para grupos independientes y

$$d = t \sqrt{\frac{2(1 - r)}{n}}$$

para grupos relacionados.

Asimismo, es posible convertir los valores  $p$  en el índice  $d$  para los dos mismos casos:

$$d = t^{-1} \left( \frac{p}{2} \right) \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$$

y

$$d = t^{-1} \left( \frac{p}{2} \right) \sqrt{\frac{2(1-r)}{n}},$$

donde  $t^{-1}(p)$  es la función inversa de la función de distribución de un modelo de probabilidad  $t$  con  $n_1 + n_2 - 2$  y  $n - 1$  grados de libertad, respectivamente.

Finalmente, para el caso del estadístico de prueba del análisis de la variancia,  $F$ , independientemente de si se aplica para comparar dos o más grupos, existe una expresión de cálculo que permite la conversión al índice de tamaño del efecto denominado omega-cuadrado es ( $\omega^2$ ):

$$\omega_A^2 = \frac{(a-1)(F-1)}{(a-1)(F-1) + a \times n},$$

donde  $a$  es el número de grupos y  $n$  el número de participantes por grupo.

Hecha esta discusión de la relación que existe entre los estadísticos de prueba que dan lugar a los valores  $p$  y los índices de tamaño del efecto, hay que hacer hincapié en tres razones que sugieren la necesidad de calcular el tamaño del efecto. En primer lugar, estos índices pueden ser más intuitivos (e.g., variabilidad explicada) que el valor  $p$  (i.e., probabilidad de obtener, en una muestra, un efecto tanto o más grande si el efecto verdadero, en la población, fuera cero). En segundo lugar, que el uso de los tamaños del efecto no esté ligado a la hipótesis nula hace que estos, en un principio, estén más próximos a los efectos realmente relevantes (un término que no es equivalente a “estadísticamente significativo”). En tercer lugar, actualmente los tamaños del efecto se utilizan en mucha mayor medida a la hora de realizar integraciones cuantitativas de los resultados de diferentes estudios (i.e., meta-análisis). Con esta segunda razón está relacionada también la necesidad de reportar los valores de tamaño del efecto, incluso cuando dicho efecto no es “estadísticamente significativo”. En caso contrario, en la literatura estarán disponibles solo los efectos estadísticamente significativos (y potencialmente más grandes), lo que no representará adecuadamente la realidad en la cual existen también efectos que no sean estadísticamente significativos (i.e., potencialmente más pequeños).

La presente práctica responde a la importancia de que los psicólogos conozcan y utilicen los índices apropiados que cuantifican el tamaño del efecto objeto del

estudio. Finalmente, a la hora de integrar cuantitativamente los resultados de varios estudios (i.e., llevar a cabo un meta-análisis) se suelen combinar los índices de tamaño del efecto (Rosnow y Rosenthal, 2009), aunque también es posible que se combinen valores  $p$  (Rosenthal, 1978).

A pesar de su saliencia actual y de su aceptación y requerimiento casi universales en las revistas dedicadas a las ciencias del comportamiento, los tamaños del efecto no son índices perfectos y también son susceptibles de ser utilizados de forma mecánica e incorrecta (Cortina y Landis, 2010). Entre los problemas de los índices, hay que destacar que su interpretación más allá de que unos valores son más elevados que otros es complicada, a pesar de las reglas sugeridas por Cohen (1992) sobre lo que puede considerarse un tamaño “pequeño”, “mediano” o “grande”. Dichas etiquetas están inherentemente relacionadas con el área de estudio y su aplicación indiscriminada no parece ser justificada. Además, las posibilidades que existen de convertir unos índices de tamaño del efecto en otros están sujetas al cumplimiento de los mismos supuestos paramétricos de las pruebas de significación. Para el lector interesado en profundizar en el tema de las imperfecciones de los tamaños del efecto sugerimos que consulte McGrath y Meyer (2006) y Ruscio (2008). Por último, los índices concretos de tamaño del efecto que se han de utilizar son relativamente claros, en este momento, para diseños que impliquen comparación o estudio de grupos, pero estos mismos desarrollos todavía no están disponibles en los diseños de caso único, donde no existe un consenso sobre cómo se han de sintetizar los resultados (Parker et al., 2005; Smith, 2012).

A continuación se presenta una serie de ejercicios mediante los cuales los estudiantes conocerán los diferentes índices de tamaño del efecto que se utilizan según el diseño del estudio y según la escala de medida de las variables de interés. En dichos ejercicios también se dispone de información sobre la significación estadística, pero esta última no es equivalente y, estrictamente hablando, tampoco es necesaria para calcular e interpretar los índices de tamaño del efecto.

## Descripción de la situación

La presente práctica se centra en un estudio ficticio de personas que muestran sintomatología depresiva y que han sido evaluados mediante la segunda versión del Inventario de Depresión de Beck (BDI-II; Beck et al., 1996). Dicho instrumento consta de 21 preguntas, cada una de las cuales se puntúa de 0 a 3 en función de la gravedad que implica el enunciado de cada ítem. Para la prueba se dispone de los siguientes puntos de corte que permiten distinguir la gravedad de la depresión: mínima de 0 a 13, leve de 14 a 19, moderada de 20 a 28 y severa de 29 a 63.

En el estudio participan 24 personas que han solicitado asistencia en un centro sanitario de Barcelona. 12 de estas personas se seleccionan al azar para seguir terapia cognitiva (Beck y Alford, 2009) en las semanas que dura el estudio, mientras que el resto de las personas es atendido una vez acabado éste y sirve de grupo control para la investigación. Debido a que la intervención responde principalmente a las necesidades y características de los participantes y no a los objetivos de la investigación, la experiencia de las personas no es estándar. Específicamente, cada uno de los participantes tratados asiste una cantidad de veces diferente por semana y el número total de sesiones de terapia es diferente para cada uno.

La recogida de datos tiene lugar en dos momentos diferentes: una vez al inicio del estudio, para conocer la situación inicial y una vez que las personas tratadas hayan acabado la terapia. A pesar de que las personas del grupo control no reciben atención especializada en la duración de estudio, también se les solicita que contesten el BDI-II al finalizar el estudio con el objetivo de estudiar la incidencia de la recuperación espontánea. Para que se pueda disponer de una evidencia sólida de que la terapia cognitiva es la causa de las diferencias (idealmente, mejoras) en las puntuaciones del BDI-II, se espera que solo el grupo de personas intervenidas mejore de forma sustancial (tanto en términos de significación estadística, como de tamaño del efecto). Alternativamente, es deseable que, si las personas no tratadas mejoran, dicha mejora sea inferior que en el caso de las personas que han seguido la terapia cognitiva.

## Base de datos

Como se puede apreciar en la matriz de datos que se presenta a continuación, en el estudio se ha tenido en cuenta en qué momento de su vida profesional se encuentran los participantes: si están en período de formación o en cambio ya han entrado en el mundo laboral. Se supone que puede tratarse de una variable de confundido que puede explicar parte de las diferencias entre las personas en cuanto a su nivel de depresión.

La matriz de datos que se presenta a continuación (ver Tabla 28.1) está disponible en formato Excel (.xls) y también en formato R (.RData) para poder llevar a cabo los análisis tanto mediante cálculo a mano, como utilizando el programa informático R-Commander. Para facilitar la resolución de los diferentes ejercicios, también se dispone de matrices parciales para el grupo Control y Tratamiento. También se creó una matriz que contenga solo los datos de los estudiantes.

Tabla 28.1: Datos simulados sobre eficacia de una intervención psicológica para la depresión.

| Id | Grupo       | Grupo_ficticia | BDI_pre | BDI_post | Dif | Depresión_post | Ocupación  | N.sesiones |
|----|-------------|----------------|---------|----------|-----|----------------|------------|------------|
| 1  | Control     | 0              | 14      | 16       | -2  | No             | Estudiante | .          |
| 2  | Control     | 0              | 38      | 20       | 18  | Sí             | Estudiante | .          |
| 3  | Control     | 0              | 11      | 11       | 0   | No             | Estudiante | .          |
| 4  | Control     | 0              | 23      | 26       | -3  | Sí             | Estudiante | .          |
| 5  | Control     | 0              | 19      | 10       | 9   | No             | Trabajando | .          |
| 6  | Control     | 0              | 22      | 26       | -4  | Sí             | Trabajando | .          |
| 7  | Control     | 0              | 33      | 33       | 0   | Sí             | Trabajando | .          |
| 8  | Control     | 0              | 12      | 8        | 4   | No             | Trabajando | .          |
| 9  | Control     | 0              | 37      | 40       | -3  | Sí             | Paro       | .          |
| 10 | Control     | 0              | 32      | 20       | 12  | Sí             | Paro       | .          |
| 11 | Control     | 0              | 18      | 21       | -3  | Sí             | Paro       | .          |
| 12 | Control     | 0              | 41      | 36       | 5   | Sí             | Paro       | .          |
| 13 | Tratamiento | 1              | 30      | 15       | 15  | No             | Estudiante | 25         |
| 14 | Tratamiento | 1              | 27      | 28       | -1  | Sí             | Estudiante | 10         |
| 15 | Tratamiento | 1              | 19      | 5        | 14  | No             | Estudiante | 30         |
| 16 | Tratamiento | 1              | 15      | 7        | 8   | No             | Estudiante | 8          |
| 17 | Tratamiento | 1              | 16      | 21       | -5  | Sí             | Trabajando | 19         |
| 18 | Tratamiento | 1              | 20      | 10       | 10  | No             | Trabajando | 18         |
| 19 | Tratamiento | 1              | 33      | 33       | 0   | Sí             | Trabajando | 15         |
| 20 | Tratamiento | 1              | 30      | 16       | 14  | No             | Trabajando | 20         |
| 21 | Tratamiento | 1              | 37      | 19       | 18  | No             | Paro       | 26         |
| 22 | Tratamiento | 1              | 42      | 27       | 15  | Sí             | Paro       | 31         |
| 23 | Tratamiento | 1              | 21      | 13       | 8   | No             | Paro       | 5          |
| 24 | Tratamiento | 1              | 34      | 13       | 21  | No             | Paro       | 41         |

A continuación se presenta información más detallada sobre las variables más relevantes del estudio y que serán objeto de los análisis posteriores:

1. **Id:** identificador de cada participante. Para asegurar el anonimato de los participantes, la relación entre identificador y nombre se guarda en un archivo que no se hace público. Aun así, es importante guardar la información sobre los participantes, conjuntamente con el consentimiento que estos han firmado, para poder contactar con ellos en caso de que sea necesario.
2. **Grupo:** variable cualitativa dicotómica que distingue las personas que han seguido una terapia psicológica (Tratamiento) de las que no han sido tratadas (Control).
3. **Grupo\_ficticia:** codificación numérica de la variable cualitativa anteriormente presentada. Se utiliza para calcular la correlación biserial puntual ( $r_{bp}$ ) y para llevar a cabo los análisis de la regresión (aunque en este último caso R-Commander realiza la recodificación automáticamente).
4. **BDL\_pre:** valor obtenido en la versión revisada del Inventario de Depresión de Beck en la primera medida (medida “pre”, antes de la intervención para el grupo Tratamiento y simultáneamente para el grupo Control).
5. **BDL\_post:** valor obtenido en la versión revisada del Inventario de Depresión de Beck en la segunda medida (medida “post”, después de la intervención para el grupo Tratamiento y simultáneamente para el grupo Control).
6. **Dif:** variable obtenida sustrayendo, para cada participante, su valor en BDL\_post de su valor en el BDL\_pre. Es necesaria para calcular los tamaños del efecto correspondientes. Nótese que los valores más altos implican una mejora más grande, mientras que los valores negativos hacen referencia a un empeoramiento respecto a la medida inicial.
7. **Depresión\_post:** recodificación de la variable BDL\_post, siguiendo el criterio de asignar el valor “Sí” cuando la puntuación es de 20 o más puntos (i.e., depresión moderada o severa) y el valor “No” cuando la puntuación es de 19 o menos puntos (i.e., depresión mínima o leve).
8. **Ocupación:** variable de carácter socio-demográfico que indica si la persona estudia o ha iniciado su vida laboral y se encuentra en una de las dos situaciones – trabajando o en paro.
9. **N.sesiones:** variable que indica, para el grupo de personas tratadas, el número de sesiones de terapia a las que han acudido antes de que se tomara la medida BDL\_post.

## Tareas

Para dar respuesta a los objetivos del estudio se realizarán los siguientes análisis, cada uno de ellos con las pruebas estadísticas y los índices de tamaño del efecto correspondientes.

### Bloque 1:

1. ***Ejercicio 1.1*** Comparar los grupos Control y Tratamiento en la medida “pre”. Permite estudiar si los grupos son inicialmente equivalentes o no.
2. ***Ejercicio 1.2*** Comparar los grupos Control y Tratamiento en la medida “post”. Permite estudiar si las personas tratadas presentan mejores resultados tras la intervención.
3. ***Ejercicio 1.3*** Comparar las puntuaciones inicial y final en el BDI-II para el grupo Control. Permite explorar si se ha producido, en general, una recuperación espontánea.
4. ***Ejercicio 1.4*** Comparar las puntuaciones inicial y final en el BDI-II para el grupo Tratamiento. Permite estudiar el grado en el que las personas tratadas mejoran.

### Bloque 2:

1. ***Ejercicio 2.1*** Estudiar la relación entre la variable ocupación y la puntuación inicial en el BDI-II para la totalidad de participantes. Permite explorar la influencia de esta variable de potencial confundido.
2. ***Ejercicios 2.2 y 2.3*** Estudiar la relación entre la variable ocupación y la puntuación final en el BDI-II: para la totalidad de participantes y, posteriormente, para cada grupo (Control y Tratamiento) por separado. Permite realizar un primer acercamiento al análisis de más de un factor simultáneamente.

### Bloque 3:

1. ***Ejercicios 3.1 - 3.4*** Estudiar la relación entre la principal variable de agrupación y la variable cualitativa que refleja si una persona tiene depresión (moderada o severa) o no. Hay que subrayar que, debido a que esta segunda variable es una recodificación de la medida post-tratamiento en el BDI-II, ya se dispone de información a partir de los análisis anteriores respecto a la efectividad de la terapia. Sin embargo, se ha incluido este análisis para ilustrar cómo se puede cuantificar la fuerza de la relación entre dos variables cualitativas dicotómicas.

### Bloque 4:



1. **Ejercicios 4.1 y 4.2** Estudiar la relación entre el número de sesiones de terapia para el grupo Tratamiento y la diferencia entre las puntuaciones inicial y final. Permite valorar la importancia del número de sesiones para las mejoras producidas por la intervención.

**Bloque 1: Tamaños del efecto para cuantificar la fuerza de la relación entre una variable cualitativa dicotómica y una variable cuantitativa**

A continuación se presentan algunos estadísticos descriptivos (Tabla 28.2) que son necesarios para calcular los tamaños del efecto que se trabajan en el Bloque 1:

Tabla 28.2: Resumen descriptivo de las variables BDI\_pre, BDI\_post y Diferencias pre-post agrupados según el grupo asignado.

| Variable            | Grupo       | Media | Desv. Est. | n  |
|---------------------|-------------|-------|------------|----|
| BDI <sub>pre</sub>  | Control     | 25    | 10,73      | 12 |
|                     | Tratamiento | 27    | 8,75       | 12 |
| BDI <sub>post</sub> | Control     | 22,25 | 10,35      | 12 |
|                     | Tratamiento | 17,25 | 8,67       | 12 |
| Dif                 | Control     | 2,75  | 7,05       | 12 |
|                     | Tratamiento | 9,75  | 8,09       | 12 |

**Ejercicio 1.1** Calcule e interprete el tamaño del efecto correspondiente a la comparación entre los grupos Control y Tratamiento en la medida “pre”.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.1) los resultados de los miembros de ambos grupos en la medida inicial para ayudar a la interpretación de los resultados.

La siguiente salida de R-Commander hace referencia a la prueba de significación realizada (prueba  $t$  para grupos independientes) con la finalidad de disponer de información más completa. Sin embargo, no debe olvidarse que los tamaños del efecto se han de reportar e interpretar independientemente de si el valor  $p$  está por encima o por debajo del nivel de significación nominal ( $\alpha$ ):

```
t.test(BDI_pre~Grupo, conf.level=0.95, var.equal=TRUE, data=datos)

Two Sample t-test

data:  BDI_pre by Grupo
t = -0,5005, df = 22, p-value = 0,6217
```

```

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-10,288  6,288
sample estimates:
mean in group Control mean in group Tratamiento
                25                27

```

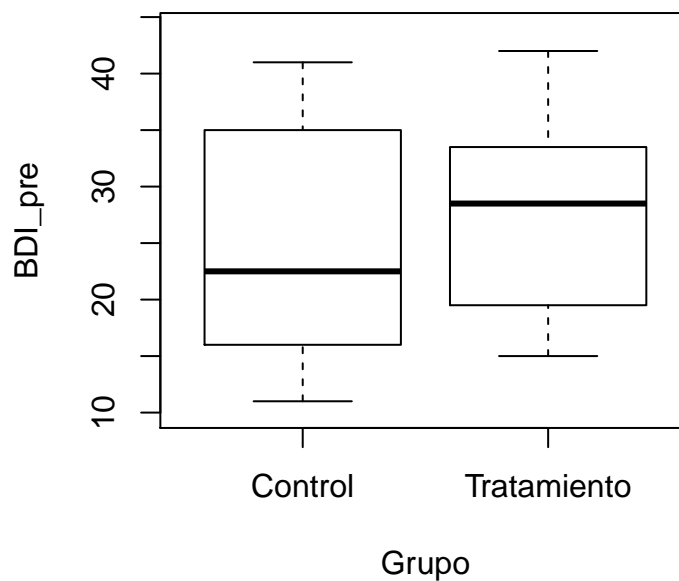


Figura 28.1: Diagrama de cajas agrupadas para BDI\_pre según Grupo.

**Tarea 1.1.1** La fórmula para calcular el índice  $d$  de Cohen para grupos independientes, asumiendo homogeneidad de variancias en las poblaciones de las cuales los grupos provienen es:

$$d = \frac{\bar{X}_{control} - \bar{X}_{tratamiento}}{S_{intra}},$$

donde

$$S_{intra} = \sqrt{\frac{(n_{control} - 1) S_{control}^2 + (n_{tratamiento} - 1) S_{tratamiento}^2}{n_{control} + n_{tratamiento} - 2}}.$$

Nótese que se utilizará  $S_{intra}$  para designar la variabilidad que se utiliza para estandarizar la diferencia de medias, siendo dicha variabilidad diferente en función del diseño (i.e., grupos independientes o relacionados) y en relación con los supuestos (i.e., variancias iguales asumidas o no). La interpretación del valor que se obtiene se realiza en términos de cuántas desviaciones estándar está por debajo o por encima el promedio de un grupo respecto al otro. Cohen (1992) propuso los siguientes criterios para etiquetar los valores del tamaño del efecto o de la fuerza de la relación entre la variable cualitativa y la cuantitativa: 0,2, pequeño, 0,5, mediano y 0,8, grande. A pesar del uso extendido de esta regla, no hay que olvidar que no fue propuesta para que se aplique de forma universal e indiscriminada, sino como una primera aproximación hasta que se disponga de más evidencias en cada campo concreto. Además, el uso de los tres valores anteriormente mencionados se basa en su relación con el grado de no solapamiento que presentan las distribuciones en las dos poblaciones (14.7% de no solapamiento cuando  $d = 0,2$ , 33% de no solapamiento cuando  $d = 0,5$ , 47.4% de no solapamiento cuando  $d = 0,8$ , pero solo en el caso de que la variable cuantitativa se distribuya normalmente en ambas poblaciones.

**Tarea 1.1.2** Compare el resultado de la  $d$  de Cohen obtenido anteriormente con el resultado que se obtiene no asumiendo la homogeneidad de variancias poblacionales. A continuación se presenta la fórmula para el segundo caso, con la correspondiente modificación en el término  $S_{intra}$ :

$$d = \frac{\bar{X}_{control} - \bar{X}_{tratamiento}}{S_{intra}},$$

donde

$$S_{intra} = \sqrt{\frac{S_{control}^2 + S_{tratamiento}^2}{2}}$$

**Tarea 1.1.3.** Compare el resultado de la  $d$  de Cohen obtenido anteriormente con el resultado que se obtiene calculando el índice  $\Delta$  (delta) de Glass que se puede utilizar para casos en los cuales uno de los dos grupos es de control y el otro de tratamiento activo:

$$\Delta = \frac{\bar{X}_{control} - \bar{X}_{tratamiento}}{S_{control}}.$$

**Tarea 1.1.4.** Compare el resultado de la correlación biserial puntual que se presenta a continuación con el resultado de obtener la  $r_{bp}$  a partir de la conversión de la  $d$ . La correlación biserial puntual de hecho es la correlación lineal producto-momento de Pearson calculada a partir de una variable dicotómica y una variable cuantitativa. De hecho, basándonos en las variables de interés para el presente ejercicio, “grupo” y “BDI\_pre”, el cálculo de la correlación de Pearson se simplifica a

$$r_{pre} = \frac{(\bar{Y}_{control} - \bar{Y}_{tratamiento}) \sqrt{pq}}{S_{BDI\_pre}},$$

donde  $p$  y  $q$  son las proporciones de personas en el grupo Control y Tratamiento, respectivamente, ambos iguales a 0,5 en el ejemplo de esta práctica. Para más información sobre algunas características específicas de este índice consulte [McGrath y Meyer \(2006\)](#). La interpretación de los valores de  $r$  en términos de tamaño “pequeño”, “mediano” y “grande” suele basarse en los valores 0,1, 0,3 y 0,5, respectivamente.

La fórmula que se presenta es adecuada para llevar a cabo la transformación cuando los dos grupos son de igual tamaño (para casos más complejos, véase [Ruscio, 2008](#)):

$$r_{bp} = \frac{d}{\sqrt{d^2 + (n - 2)/npq}},$$

donde  $n$  es el tamaño de la muestra.

```
cor(datos[,c('BDI_pre', 'BDI_post', 'Grupo_ficticia')])
```

|                | BDI_pre | BDI_post | Grupo_ficticia |
|----------------|---------|----------|----------------|
| BDI_pre        | 1,0000  | 0,6360   | 0,1061         |
| BDI_post       | 0,6360  | 1,0000   | -0,2639        |
| Grupo_ficticia | 0,1061  | -0,2639  | 1,0000         |

**Tarea 1.1.5.** Compare el resultado de la correlación biserial puntual obtenido anteriormente con el resultado del análisis de la regresión utilizando la variable “Grupo\_ficticia” como predictora.

```
summary(lm(formula=BDI_pre~Grupo,data=datos))

Call:
lm(formula = BDI_pre ~ Grupo, data = datos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-14,00  -7,25  -1,00    7,25  16,00

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         25,00         2,83   8,85 1,1e-08 ***
GrupoTratamiento     2,00         4,00   0,50  0,62
---
Signif. codes:  0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 9,79 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.0113, Adjusted R-squared:  -0.0337
F-statistic: 0.25 on 1 and 22 DF,  p-value: 0,622
```

El análisis de la regresión proporciona un valor que cuantifica el grado de ajuste del modelo a los datos. Puesto que el modelo implica la explicación de la variable “BDI\_pre” a partir de la variable “Grupo”, este mismo indicador representa un tamaño del efecto. Téngase en cuenta que los criterios 0,1, 0,3 y 0,5 se han propuesto para la correlación entre dos variables cuantitativas ( $r$ ) o entre una variable cuantitativa y una dicotómica ( $r_{bp}$ ). Sin embargo, en el contexto del análisis de la regresión, los resultados de la fuerza de relación entre “Grupo” y “BDI\_pre” se expresan en términos elevados al cuadrado. Por lo tanto, los valores de  $R^2$  que marcan tamaños del efecto pequeños, medianos y grandes son 0,01, 0,09 y 0,25, respectivamente.

***Ejercicio 1.2.*** Calcule e interprete el tamaño del efecto correspondiente a la comparación entre los grupos Control y Tratamiento en la medida “post”.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.2) los resultados de los miembros de ambos grupos en la medida final para ayudar a la interpretación de los resultados.

La siguiente salida de R-Commander hace referencia a la prueba de significación realizada con la finalidad de disponer de información más completa:

```
t.test(BDI_post~Grupo, conf.level=0.95, var.equal=TRUE, data=datos)
```

Two Sample t-test

data: BDI\_post by Grupo

t = 1,283, df = 22, p-value = 0,2128

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-3,082 13,082

sample estimates:

| mean in group Control | mean in group Tratamiento |
|-----------------------|---------------------------|
| 22,25                 | 17,25                     |

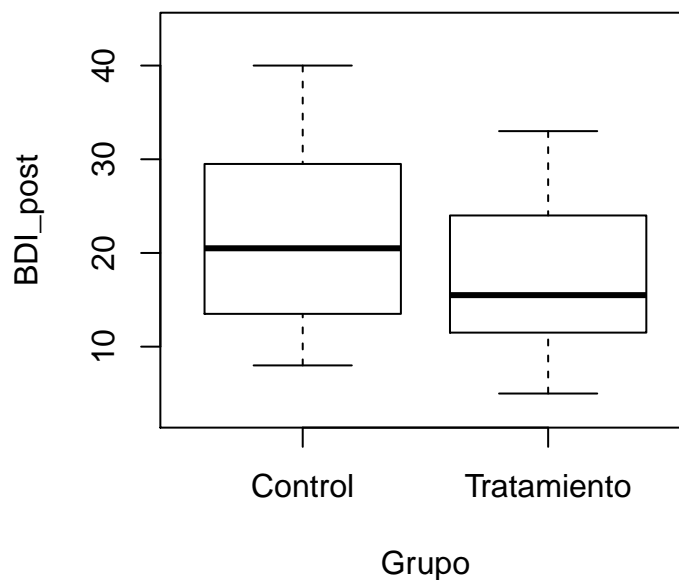


Figura 28.2: Diagrama de cajas agrupadas para BDI\_post según Grupo.

**Tarea 1.2.1** Calcule la  $d$  de Cohen asumiendo variancias homogéneas.

**Tarea 1.2.2** Compare el resultado de la  $d$  de Cohen obtenido anteriormente con el resultado que se obtiene no asumiendo la homogeneidad de variancias

poblacionales.

**Tarea 1.2.3** Compare el resultado de la  $d$  de Cohen obtenido anteriormente con el resultado que se obtiene calculando el índice  $\Delta$  de Glass.

**Tarea 1.2.4** Compare el resultado de la correlación biserial puntual que se presentó en la matriz de correlaciones de la *Tarea 1.1.4* con el resultado de obtener la  $r_{bp}$  a partir de la conversión de la  $d$ .

**Tarea 1.2.5** Compare el resultado de la correlación biserial puntual obtenido anteriormente con el resultado del análisis de la regresión utilizando la variable “Grupo\_ficticia” como predictora.

```
summary(lm(formula=BDI_post~Grupo,data=datos))
```

Call:

```
lm(formula = BDI_post ~ Grupo, data = datos)
```

Residuals:

| Min    | 1Q    | Median | 3Q   | Max   |
|--------|-------|--------|------|-------|
| -14,25 | -6,50 | -1,75  | 5,25 | 17,75 |

Coefficients:

|                  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )    |
|------------------|----------|------------|---------|-------------|
| (Intercept)      | 22,25    | 2,76       | 8,07    | 5,1e-08 *** |
| GrupoTratamiento | -5,00    | 3,90       | -1,28   | 0,21        |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 9,55 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.0696, Adjusted R-squared: 0.0273

F-statistic: 1.65 on 1 and 22 DF, p-value: 0,213

**Ejercicio 1.3.** Calcule e interprete el tamaño del efecto correspondiente a la comparación pre-post para el grupo Control.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.3) los resultados de los miembros de ambos grupos en la medida final para ayudar a la interpretación de los resultados.

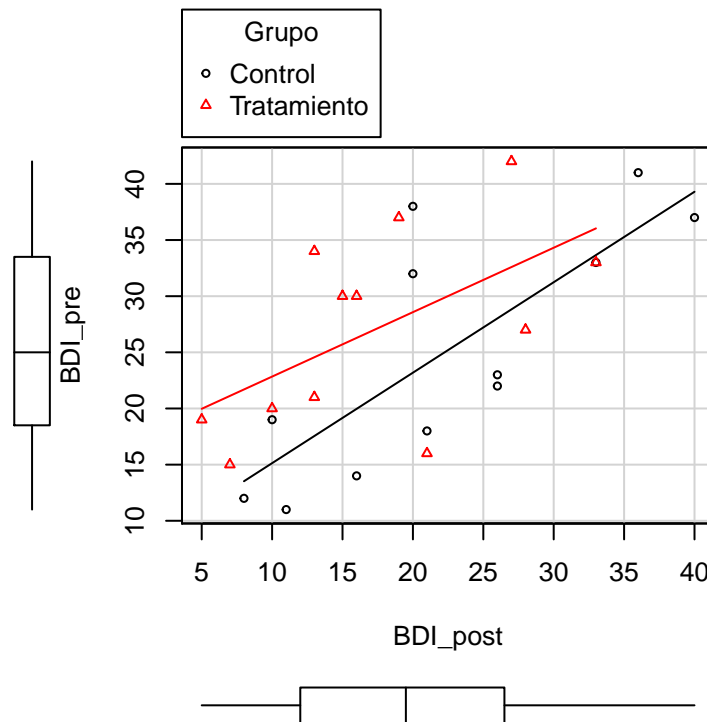


Figura 28.3: Diagrama de dispersión para BDI\_pre y BDI\_post. Se muestran las rectas de regresión ajustadas según Grupo.

La siguiente salida de R-Commander hace referencia a la prueba de significación realizada con la finalidad de disponer de información más completa. Sin embargo, lo mismo que en el caso de la comparación de grupos independientes, no debe olvidarse que los tamaños del efecto se han de reportar e interpretar independientemente de si el valor  $p$  está por encima o por debajo del nivel de significación nominal:

```
datosCont <- datos[datos$Grupo=='Control',]
t.test(datosCont$BDI_pre,datosCont$BDI_post,paired=TRUE)

Paired t-test

data:  datosCont$BDI_pre and datosCont$BDI_post
t = 1,352, df = 11, p-value = 0,2036
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1,727  7,227
sample estimates:
```



```
mean of the differences
      2,75
```

La fórmula para la calcular el índice  $d$  de Cohen para grupos relacionados es:

$$d = \frac{\bar{X}_{dif}}{S_{intra}} = \frac{\bar{X}_{pre} - \bar{X}_{post}}{S_{intra}}$$

donde  $S_{intra} = S_{dif}/\sqrt{2(1-r_{pre,post})}$ . Nótese que el término  $S_{intra}$  es diferente respecto al caso de grupos independientes, puesto que se basa en la desviación estándar de las diferencias entre pares de puntuaciones.

***Ejercicio 1.4.*** Calcule e interprete el tamaño del efecto correspondiente a la comparación pre-post para el grupo Tratamiento.

La siguiente salida de R-Commander hace referencia a la prueba de significación realizada con la finalidad de disponer de información más completa.

```
datosTto <- datos[datos$Grupo=='Tratamiento',]
t.test(datosTto$BDI_pre,datosTto$BDI_post,alternative='greater',
paired=TRUE)

Paired t-test

data:  datosTto$BDI_pre and datosTto$BDI_post
t = 4,174, df = 11, p-value = 0,0007761
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0
95 percent confidence interval:
 5,555   Inf
sample estimates:
mean of the differences
      9,75
```

## **Bloque 2: Tamaño del efecto para cuantificar la fuerza de la relación entre una variable cualitativa dicotómica o politómica y una variable cuantitativa**

Cuando se estudia la relación entre una variable cualitativa con más de dos niveles no se puede utilizar la  $d$  de Cohen, ni la correlación biserial puntual. Para

estos casos es común utilizar dos indicadores,  $\eta^2$  (eta-cuadrado) y  $\omega^2$  (omega-cuadrado), siendo el primero el original y más intuitivo y el segundo una corrección de éste para reducir su sesgo ( $\eta^2$  sobreestima el tamaño del efecto). Sin embargo, hay que enfatizar que estos indicadores se pueden utilizar incluso cuando la variable cualitativa es dicotómica, aunque su uso está más ligado al análisis de la variancia (AVAR, en castellano, ANOVA, en inglés), aplicado cuando se comparan más de dos grupos. Ambos indicadores de tamaño del efecto cuantifican la cantidad de variabilidad compartida (en situaciones experimentales, “variabilidad explicada”) entre la variable cualitativa y la cuantitativa o, lo que es lo mismo, la fuerza de la relación entre ambas. Los valores que se utilizan habitualmente para etiquetar los efectos como “pequeños”, “medianos” y “grandes” son 0,01, 0,06 y 0,14. Estos índices son equivalentes al coeficiente de determinación,  $R^2$ , pero no se han de confundir con la correlación biserial puntual ( $r_{bp}$ ). Como se puede comprobar, los valores que se utilizan para etiquetar los tamaños del efecto no son los mismos para  $\eta^2$  o para  $R^2$  que para la  $r_{bp}$  elevada al cuadrado.

En la presente práctica nos centraremos en el caso en el que se dispone de un único factor, aquí la variable “grupo” y la descomposición de la suma de cuadrados total que se presenta a continuación trata sobre este caso. Además, las expresiones hacen referencia al caso de grupos balanceados (i.e., todos ellos tienen un tamaño igual a  $n$ ).

$$\eta^2 = \frac{SC_{factor}}{SC_{total}} = \frac{SC_{factor}}{SC_{factor} + SC_{error}},$$

donde

$$SC_{total} = \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y})^2$$

$$SC_{factor} = \sum_{j=1}^a (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2$$

$$SC_{error} = \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_j)^2.$$

En las fórmulas presentadas arriba  $a$  es el número de grupos,  $\bar{Y}$  es la media de todos los datos y  $\bar{Y}_j$  es la media de cada uno de los  $a$  grupos. Los grados de

libertad ( $gl$ ) del factor son iguales a  $a - 1$ , en la situación que nos ocupa.

$$\omega^2 = \frac{SC_{factor} - gl_{factor}CM_{error}}{SC_{total} + CM_{error}} = \frac{SC_{factor} - gl_{factor}SC_{error}/gl_{error}}{SC_{factor} + SC_{error} + SC_{error}/gl_{error}},$$

El término SC (“suma de cuadrados”, “sum of squares” en inglés y abreviado como SS) hace referencia a la variabilidad asignada a cada término. Así, la suma de cuadrados asignada al factor indica la parte de la variabilidad en los valores de la variable cuantitativa que se relaciona con la pertenencia a uno u otro grupo. A esta fuente de variación se le suele denominar “variabilidad explicada”, debido a que se conoce la razón de su existencia – en el ejemplo que nos ocupa, haber sido tratado o no. En cambio, para la variabilidad cuya causa se desconoce y no se puede relacionar con la pertenencia a los grupos se le denomina “variabilidad del error” o residual y se representa por la suma de cuadrados del error. El término CM (“cuadrados medios”, “mean squares” en inglés y abreviado como MS) se basa en la división de la suma de cuadrados entre los grados de libertad ( $gl$  en castellano, “degrees of freedom” o  $df$  en inglés) asociados con la correspondiente fuente de variación. Los cuadrados medios del error son una medida de la variabilidad no explicada, pero teniendo en cuenta el número de participantes en el estudio.

Para facilitar el uso de las salidas de R-Commander, se presentan las mismas fórmulas utilizando la nomenclatura anglosajona propia del programa informático ( $Sum Sq$  – suma de cuadrados;  $Mean Sq$  – cuadrados medios;  $Df$  – grados de libertad), pero que no es la comúnmente utilizada en los libros y artículos escritos en inglés.

$$\eta^2 = \frac{SumSq_{factor}}{SumSq_{factor} + SumSq_{residuals}}$$

$$\omega^2 = \frac{SumSq_{factor} - df_{factor}MeanSq_{residuals}}{SumSq_{factor} + SumSq_{residuals} + MeanSq_{residuals}}$$

**Ejercicio 2.1.** Estudiar la fuerza de la relación entre la variable ocupación y la puntuación en el BDI-II en la medida “pre”.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.4) los resultados de las personas en cada una de las tres categorías en la medida inicial para ayudar a la interpretación.

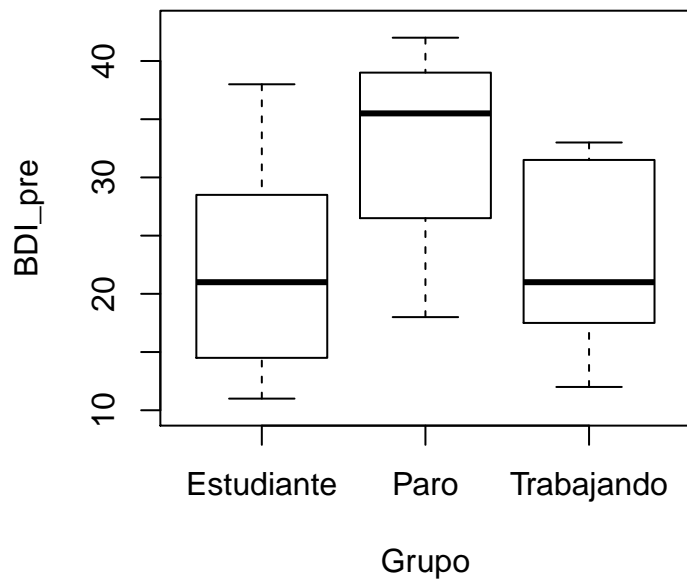


Figura 28.4: Diagrama de cajas agrupadas para BDI\_pre según Ocupación.

A partir de la información que se presenta a continuación, lleve a cabo los cálculos mediante los índices eta-cuadrado y omega-cuadrado:

```
AVARmod <- aov(BDI_pre~Ocupación,data=datos)
summary(AVARmod)
```

|           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F)  |
|-----------|----|--------|---------|---------|---------|
| Ocupación | 2  | 551    | 275,4   | 3,66    | 0,043 * |
| Residuals | 21 | 1581   | 75,3    |         |         |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Compare el valor de eta-cuadrado obtenido anteriormente, con el resultado del análisis de la regresión:

```

lmod <- lm(BDI_pre~Ocupación,data=datos)
summary(lmod)

Call:
lm(formula = BDI_pre ~ Ocupación, data = datos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-14,750  -7,125   0,063   7,125  15,875

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         22,12         3,07   7,21 4,2e-07 ***
OcupaciónParo        10,62         4,34   2,45  0,023 *
OcupaciónTrabajando    1,00         4,34   0,23  0,820
---
Signif. codes:  0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 8,68 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.258, Adjusted R-squared:  0.188
F-statistic: 3.66 on 2 and 21 DF,  p-value: 0,0434

```

**Ejercicio 2.2.** Estudiar la fuerza de la relación entre la variable ocupación y la puntuación en el BDI-II en la medida “post”.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.5) los resultados de las personas en cada una de las tres categorías en la medida final para ayudar a la interpretación.

A partir de la información que se presenta a continuación, lleve a cabo los cálculos mediante los índices eta-cuadrado y omega-cuadrado:

```

AVARmod <- aov(BDI_post~Ocupación,data=datos)
summary(AVARmod)

```

|           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------|
| Ocupación | 2  | 233    | 116,4   | 1,27    | 0,3    |
| Residuals | 21 | 1922   | 91,5    |         |        |

Compare el valor de eta-cuadrado obtenido anteriormente, con el resultado del análisis de la regresión:

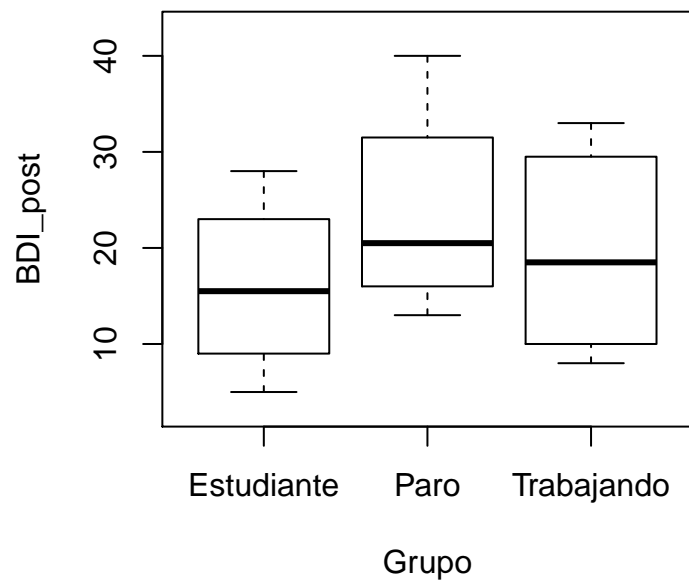


Figura 28.5: Diagrama de cajas agrupadas para BDI\_post según Ocupación.

```
lmod <- lm(BDI_post~Ocupación,data=datos)
summary(lmod)
```

Call:

```
lm(formula = BDI_post ~ Ocupación, data = datos)
```

Residuals:

| Min    | 1Q    | Median | 3Q   | Max   |
|--------|-------|--------|------|-------|
| -11,62 | -9,16 | -1,81  | 7,28 | 16,38 |

Coefficients:

|                     | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )    |
|---------------------|----------|------------|---------|-------------|
| (Intercept)         | 16,00    | 3,38       | 4,73    | 0,00011 *** |
| OcupaciónParo       | 7,63     | 4,78       | 1,59    | 0,12584     |
| OcupaciónTrabajando | 3,62     | 4,78       | 0,76    | 0,45695     |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 9,57 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.108, Adjusted R-squared: 0.0231  
F-statistic: 1.27 on 2 and 21 DF, p-value: 0,301

**Ejercicio 2.3.** Para la medida post, estudiar la relación entre “Ocupación” y medida en el BDI-II por separado para ambos grupos (Control y Tratamiento).

**Tarea 2.3.1.** Calcule e interprete el tamaño del efecto para el grupo Control.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.6) los resultados de las personas en cada una de las tres categorías en la medida final para ayudar a la interpretación.

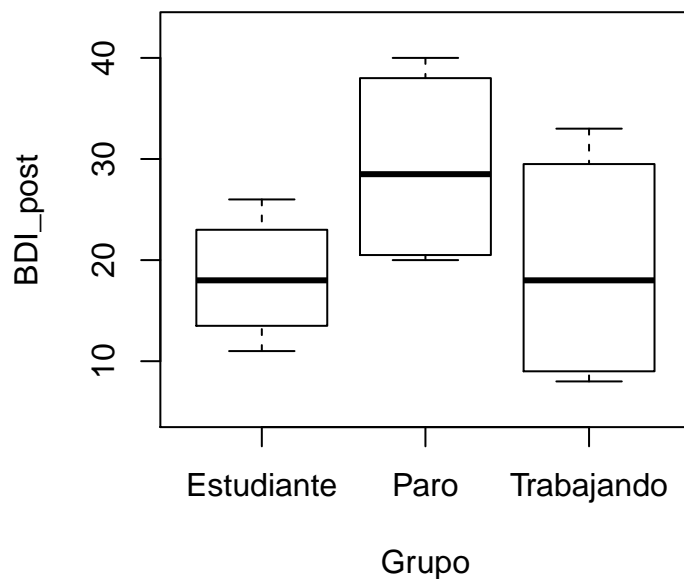


Figura 28.6: Diagrama de cajas agrupadas para BDI\_post según Ocupación para la muestra de personas del grupo Control.

A partir de la información que se presenta a continuación, lleve a cabo los cálculos mediante los índices eta-cuadrado y omega-cuadrado:

```
AVARmod <- aov(BDI_post~Ocupación,data=datosCont)
summary(AVARmod)
```

|           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------|
| Ocupación | 2  | 296    | 148     | 1,51    | 0,27   |
| Residuals | 9  | 882    | 98      |         |        |

Compare el valor de eta-cuadrado obtenido anteriormente, con el resultado del análisis de la regresión:

```
lmod <- lm(BDI_post~Ocupación,data=datosCont)
summary(lmod)
```

Call:

```
lm(formula = BDI_post ~ Ocupación, data = datosCont)
```

Residuals:

| Min    | 1Q    | Median | 3Q   | Max   |
|--------|-------|--------|------|-------|
| -11,25 | -8,50 | -0,25  | 7,00 | 13,75 |

Coefficients:

|                     | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|---------------------|----------|------------|---------|----------|
| (Intercept)         | 18,25    | 4,95       | 3,69    | 0,005 ** |
| OcupaciónParo       | 11,00    | 7,00       | 1,57    | 0,151    |
| OcupaciónTrabajando | 1,00     | 7,00       | 0,14    | 0,890    |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 9,9 on 9 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.251, Adjusted R-squared: 0.0848

F-statistic: 1.51 on 2 and 9 DF, p-value: 0,272

**Tarea 2.3.2.** Calcule e interprete el tamaño del efecto para el grupo Tratamiento.

En primer lugar se representan gráficamente (Figura 28.7) los resultados de las personas en cada una de las tres categorías en la medida final para ayudar a la interpretación de los resultados.

A partir de la información que se presenta a continuación, lleve a cabo los cálculos mediante los índices eta-cuadrado y omega-cuadrado:



```
AVARmod <- aov(BDI_post~Ocupación,data=datosTto)
summary(AVARmod)
```

|           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------|
| Ocupación | 2  | 81     | 40,7    | 0,49    | 0,63   |
| Residuals | 9  | 745    | 82,7    |         |        |

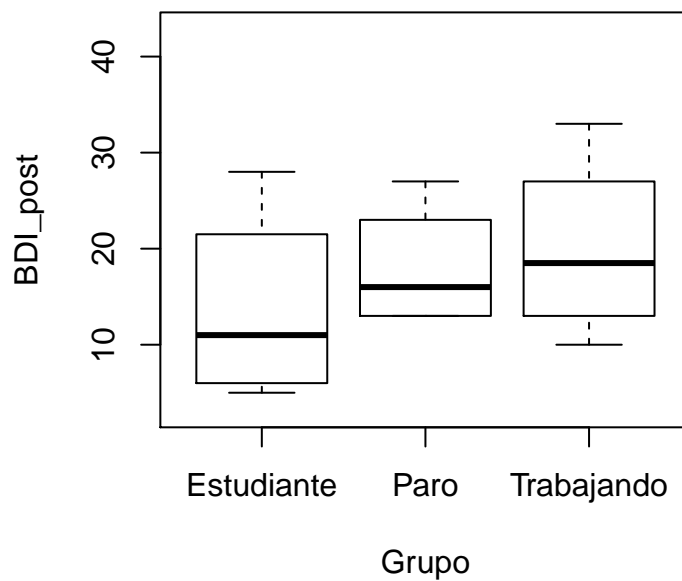


Figura 28.7: Diagrama de cajas agrupadas para BDI\_post según Ocupación para la muestra de personas del grupo Tratamiento.

Compare el valor de eta-cuadrado obtenido anteriormente, con el resultado del análisis de la regresión:

```
lmod <- lm(BDI_post~Ocupación,data=datosTto)
summary(lmod)
```

```
Call:
lm(formula = BDI_post ~ Ocupación, data = datosTto)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
```

```
-10,00 -5,44 -1,50 3,19 14,25
```

```
Coefficients:
```

|                     | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|---------------------|----------|------------|---------|----------|
| (Intercept)         | 13,75    | 4,55       | 3,02    | 0,014 *  |
| OcupaciónParo       | 4,25     | 6,43       | 0,66    | 0,525    |
| OcupaciónTrabajando | 6,25     | 6,43       | 0,97    | 0,357    |

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 9,1 on 9 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared: 0.0986, Adjusted R-squared: -0.102
```

```
F-statistic: 0.492 on 2 and 9 DF, p-value: 0,627
```

### **Bloque 3: Tamaño del efecto para cuantificar la fuerza de la relación entre dos variables cualitativas**

Para tomar una decisión estadística sobre la existencia o no de relación entre la variable “Grupo” y la variable “Depresión\_post” se ha realizado la prueba ji-cuadrado, a partir de la tabla de contingencia que se presenta. Puesto que el análisis estadístico no acaba con el nivel de significación asociado al estadístico de prueba, se requiere cuantificar la fuerza de la relación mediante indicadores de tamaño del efecto.

```
.Table<-ftable(Depresión_post~Grupo,data=datos)
```

```
.Table
```

|             | Depresión_post |    |
|-------------|----------------|----|
|             | No             | Sí |
| Grupo       |                |    |
| Control     | 4              | 8  |
| Tratamiento | 8              | 4  |

```
chisq.test(.Table,correct=FALSE)
```

```
Pearson's Chi-squared test
```

```
data: .Table
```

```
X-squared = 2,667, df = 1, p-value = 0,1025
```

Para facilitar los cálculos que se requieren en los siguientes apartados, considérese que cada una de las casillas de la tabla de contingencia suele designarse mediante una letra, tal y como se muestra a continuación (Tabla 28.3).

Tabla 28.3: Ejemplo esquemático de la tabla de contingencia para el caso práctico.

| Grupo       | D_post No | D_post Sí | Suma              |
|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| Control     | A         | B         | $n_{control}$     |
| Tratamiento | C         | D         | $n_{tratamiento}$ |

A partir de la información que se presentada arriba calcule el tamaño del efecto para la relación entre la variable “Grupo” y la presencia de depresión moderada o severa según los puntos de corte del BDI-II, a través de los diferentes índices disponibles.

**Ejercicio 3.1.** Calcule el coeficiente  $V$  de Cramér, que toma valores entre 0 y 1 y se interpreta de la misma manera que un coeficiente de determinación (i.e., en términos de variabilidad compartida entre las dos variables cualitativas). La fórmula para su cálculo se presenta a continuación. Nótese que se ha deseado mostrar su relación con el índice  $\phi^2$  puesto que este último sería apropiado en el caso que se trabaja debido a que ambas variables cualitativas son dicotómicas.

$$V = \sqrt{\frac{\phi^2}{q-1}} = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(q-1)}}$$

donde  $q = \min(I, J)$ , mientras que  $I$  y  $J$  denotan, respectivamente, la cantidad de categorías de la variables “grupo” y “Depresión\_post”. Para etiquetar los valores de  $\phi$  y de  $V$  como “pequeños”, “medianos” y “grandes” se pueden utilizar 0,1, 0,3 y 0,5, respectivamente.

**Ejercicio 3.2.** Calcule la diferencia absoluta de riesgo (también denominado exceso de riesgo; en inglés “risk difference”):

$$DAR = \left( \frac{B}{n_{control}} \right) - \left( \frac{D}{n_{tratamiento}} \right)$$

Este indicador representa la diferencia que existe en el riesgo de padecer depresión si el participante no ha sido tratado respecto al riesgo de padecer depresión al haber recibido tratamiento. DAR puede tomar valores entre -1 y +1. El valor de 0

indicaría que el riesgo en ambos grupos es el mismo y que, por lo tanto, no existe relación entre las variables. Tal y como se ha presentado aquí, valores superiores a 0 indicarían un mayor riesgo en el grupo de personas no tratadas.

**Ejercicio 3.3.** Calcule el Riesgo relativo (“risk ratio”):

$$RR = \left( \frac{B}{n_{control}} \right) / \left( \frac{D}{n_{tratamiento}} \right)$$

Este indicador representa cuántas veces es más probable que un participante no tratado sufra depresión en comparación con un participante tratado. Nótese que en la presente práctica este indicador se utiliza con fines ilustrativos y su uso no se corresponde de forma exacta con el uso más habitual en el cual se compara el número de casos positivos (e.g., con depresión) en una muestra de personas expuesta a un factor de riesgo (e.g., crisis económica) con el número de casos positivos en otra muestra que no ha estado expuesta a este factor. Se suele emplear en estudios prospectivos, es decir, en términos del ejemplo seguido aquí, se estudiarían las dos muestras de personas (expuestas y no) sin depresión para obtener información sobre cuantas personas de cada muestra son diagnosticadas con depresión al final del período prefijado.  $RR$  puede tomar valores entre 0 e infinito.  $RR = 1$  implicaría que es igual de probable padecer de depresión en cada una de los dos grupos y, por lo tanto, no hay diferencia entre las variables. Tal y como se ha presentado aquí,  $RR > 1$  indica que las personas no tratadas tienen mayor riesgo de padecer depresión que las personas tratadas y viceversa para  $RR < 1$ .

**Ejercicio 3.4.** Calcule la *Odds ratio* (que tiene varias traducciones posibles, una de las cuales es “razón de razones”):

$$OR = \left( \frac{B}{A} \right) / \left( \frac{D}{C} \right) = \frac{BC}{AD}$$

Este índice se basa en la *odds* para el grupo de personas no tratadas (¿cuántos participantes con depresión hay por cada participante sin depresión?) y en la *odds* para el grupo de personas tratadas (¿cuántos participantes con depresión hay por cada participante sin depresión?). Por lo tanto, el valor de la razón de estas *odds* representa las veces que se multiplica de riesgo de padecer depresión no siendo tratado en comparación con si se es tratado. Nótese que la interpretación

no se hace en términos de probabilidad. De hecho, para convertir una *odds ratio* en probabilidad, hay que aplicar la fórmula  $OR/(1 + OR)$ . Dicha probabilidad es la probabilidad de que ocurra el evento de interés (depresión = “sí”) si se tuviera en cuenta si la persona ha sido tratada o no. Por lo tanto,  $OR = 1$  implicaría el mismo riesgo de padecer depresión para los tratados que para los no tratados (i.e., no hay relación entre las variables) y correspondería a una probabilidad de 0,5 de tener depresión si se es tratado o no.

#### **Bloque 4: Tamaño del efecto para cuantificar la fuerza de la relación entre dos variables cuantitativas**

A continuación se ofrece el diagrama de dispersión (Figura 28.8) que representa la relación entre el número de sesiones de terapia (por lo tanto, solo para la mitad de la muestra) y la diferencia entre la puntuación inicial (“pre”) y la final (“post”) en el BDI.

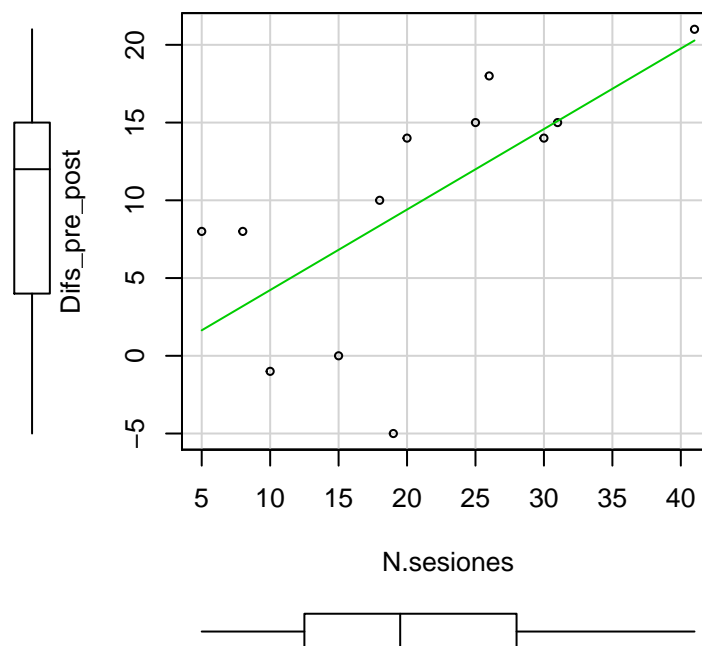


Figura 28.8: Diagrama de dispersión entre las diferencias BDI<sub>pre</sub> - BDI<sub>post</sub> y el número de sesiones. Se muestra la recta de regresión ajustada.

A partir de la información sobre la covariancia y las desviaciones estándar,

calcule el indicador de tamaño del efecto - la correlación lineal producto-momento de Pearson.

```
datosTto$Difs_pre_post <- datosTto$BDI_pre - datosTto$BDI_post

# COVARIANCIA
cov(datosTto[,c('Difs_pre_post', 'N.sesiones')])[1,2]

[1] 57,27

numSummary(datosTto[,c('Difs_pre_post', 'N.sesiones')],
            statistics=c("sd"))

            sd  n
Difs_pre_post 8,092 12
N.sesiones    10,517 12
```

**Ejercicio 4.1.** Utilice las fórmulas que se presentan a continuación para calcular la correlación de Pearson y el coeficiente de determinación.

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

$$R^2 \equiv r_{xy}^2$$

**Ejercicio 4.2.** Compare los índices anteriormente calculados con los resultados del análisis de la regresión:

```
lmod <- lm(Difs_pre_post~N.sesiones,data=datosTto)
summary(lmod)

Call:
lm(formula = Difs_pre_post ~ N.sesiones, data = datosTto)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13,89  -1,74   1,18   4,65   6,36

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -0,951      4,137   -0,23   0,823
```

```

N.sesiones      0,518      0,180      2,88      0,016 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Residual standard error: 6,28 on 10 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.453, Adjusted R-squared:  0.398
F-statistic: 8.28 on 1 and 10 DF,  p-value: 0,0165

```

## Preguntas para reflexionar y contestar:

1. Reflexione por qué una variabilidad explicada del 25% (y por lo tanto no explicada del 75%) podría considerarse un tamaño del efecto “grande”.
2. Dado el énfasis que suele ponerse en disponer de una muestra “suficientemente grande” para obtener resultados estadísticamente significativos, reflexione cómo es posible que en algunas de las tareas los resultados sean estadísticamente significativos incluso con tan solo 12 personas por grupo (e.g., Ejercicios 1.4., 4.1 y 4.2).
3. ¿Cómo podría hacerse más intuitiva la interpretación del índice  $d$  de Cohen para que sea inteligible para aquellas personas que no tienen conocimientos suficientes de estadística?
4. A partir de su propia experiencia como estudiante de contenidos estadísticos, anote la principal dificultad y la principal ventaja que considera que tiene un valor  $p$ .
5. A partir de su propia experiencia como estudiante de contenidos estadísticos, anote la principal dificultad y la principal ventaja que considera que tiene un tamaño del efecto.

## Lecturas recomendadas

Grissom, R. J., & Kim, J. J. (2012). *Effect size for research: Univariate and multivariate applications* (2nd ed.). London, UK: Routledge.

## Capítulo 29

# Indicadores del tamaño del efecto en pruebas no paramétricas

### Introducción

Gran parte de los análisis estadísticos (y también de los cursos sobre Estadística) se centran en una de las siguientes tres situaciones:

- a) Las variables de interés son cualitativas y, por lo tanto, se utilizan cuantificaciones basadas en proporciones (e.g., riesgo relativo) o en el índice ji-cuadrado ( $\chi^2$ ), además de pruebas de significación.
- b) Las variables de interés son cuantitativas y, por ende, la cuantificación más comúnmente empleada es el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson. Éste puede utilizarse para cuantificar la fuerza de la relación y, además, puede ser sometido a una prueba de significación.
- c) Una de las variables es cualitativa y la otra cuantitativa, en cuyo caso la prueba estadística de referencia es la prueba  $t$  basada en la distribución  $t$ . A su vez, la cuantificación del tamaño del efecto se fundamenta en una diferencia de medias estandarizada ( $d$  de Cohen) o en la proporción de variabilidad explicada (omega-cuadrado,  $\omega^2$ ).

En ninguna de estas tres situaciones prototípicas se han mencionado variables medidas en escala ordinal. Sin embargo, estas variables son muy comunes en Psicología, puesto que prácticamente todos los ítems que constituyen las pruebas psicológicas de opiniones, actitudes, percepciones, personalidad, etc. hacen referencia a valoraciones sobre el grado de acuerdo con un enunciado o sobre la frecuencia con la que ocurre un fenómeno. Aunque se asume que la puntuación en una escala (conformada por varios ítems) se mide en escala de intervalo (i.e., una escala



cuantitativa), no hay que olvidar que estas puntuaciones son tan solo sumas de variables ordinales.

En la presente práctica nos centraremos en variables medidas en escala ordinal y en algunas posibilidades que existen para obtener información para dichas variables, tanto para tomar decisiones estadísticas como para cuantificar la fuerza de la relación entre variables ordinales o en una variable cualitativa y una variable ordinal.

## Probabilidad de superioridad

La familia de índices que cuantifican la diferencia de medias estandarizada (por ejemplo,  $d$  de Cohen, su corrección  $g$  de Hedges, o la  $\Delta$  de Glass) son los índices más comunes a la hora de calcular el tamaño del efecto entre una variable cualitativa dicotómica y una variable cuantitativa. Sin embargo, se ha considerado que la interpretación en términos de desviaciones estándar no es intuitiva. Con la finalidad de hacer comprensible la información que proporciona la estadística en estas situaciones se ha propuesto el *common language effect size* (McGraw y Wong, 1992) que se expresa en términos de la probabilidad de que un individuo extraído al azar de una población tenga un valor superior en la variable cuantitativa que un individuo extraído al azar de la otra población (e.g., la probabilidad de que una persona autóctona tenga más amigos que una persona inmigrante).

En la presente práctica nos centraremos en la versión no paramétrica del *common language effect size*, que solo requiere información ordinal. Esta versión no paramétrica ha sido denominada “probabilidad de superioridad” ( $PS$ ) y promovida por Grissom (Grissom, 1994; Grissom y Kim, 2001), aunque también ha sido designado como  $A$  en el artículo de revisión de Ruscio (2008). La definición de este indicador de tamaño del efecto es:

$$PS \equiv A = \frac{\#(Y_1 > Y_2) + 0,5\#(Y_1 = Y_2)}{n_1 n_2}.$$

Esta notación implica identificar  $\#(Y_1 > Y_2)$ , el número de casos en los cuales los miembros del grupo 1 tienen valor superior a los miembros del grupo 2 y sumarle  $\#(Y_1 = Y_2)$ , el número de casos en los cuales se dan valores iguales, pero dándole la mitad de peso a esta última cantidad. Finalmente, este recuento se divide entre el total de comparaciones que se realizan,  $n_1 n_2$ , la multiplicación de los tamaños de ambos grupos.

Puesto que la lógica subyacente al PS es la misma que en la prueba  $U$  de Mann-Whitney, siendo  $\#(Y_1 > Y_2) + 0,5 = (Y_1 = Y_2)$ , se conoce la siguiente equivalencia:

$$PS = \frac{n_1 n_2 - U}{n_1 n_2}.$$

Por lo tanto,  $PS$  puede utilizarse conjuntamente con la prueba  $U$  a la hora de estudiar la relación entre una variable cualitativa dicotómica y una variable ordinal.

## Coeficiente de concordancia de Kendall

Una vez comentado el caso de la comparación de dos grupos en cuanto a sus valores en una variable ordinal, también es importante conocer alguna opción para cuantificar la fuerza de la relación entre variables cualitativas y ordinales cuando se trata de medidas repetidas y no de grupos independientes. En el presente apartado nos centraremos en el coeficiente de concordancia de Kendall ([Kendall y Babington-Smith, 1939](#)) que se designa mediante  $W$ . Es importante diferenciar  $W$  de los índices tau ( $\tau_a$ ,  $\tau_b$  y  $\tau_c$ ) de Kendall que se utilizan para cuantificar la relación entre dos variables ordinales. Los índices  $\tau$  también se trabajarán en la presente práctica con tal de ilustrar las diferencias de aplicación y de información proporcionada respecto a  $W$ .

A efectos prácticos, el índice  $W$  puede ser aplicado al caso en el cual la variable cualitativa es dicotómica, pero en realidad su aplicación se ha centrado exclusivamente en casos en los cuales la variable categórica tiene tres o más niveles. Para comparar dos conjuntos de rangos se puede utilizar el coeficiente de correlación de Spearman o los coeficientes tau de Kendall que, a diferencia del índice  $W$ , pueden dar valores negativos en caso de relación inversa. Dicha falta de comparabilidad entre el coeficiente de concordancia  $W$  de Kendall y los otros coeficientes es una de las razones para aplicar  $W$  solo cuando se dispone de tres o más conjuntos de rangos ([Sheskin, 2004](#)).

La principal aplicación de  $W$  es como indicador de acuerdo entre  $m$  jueces que valoran  $n$  objetos o variables. Nótese que a diferencia de la notación común en la cual al número de participantes en un estudio se le designa mediante  $n$ , aquí hemos preferido mantener la nomenclatura más habitual ( $m$ ) en el contexto del índice  $W$ . El valor de 0 indicaría falta absoluta de acuerdo, mientras que el valor de 1 hace referencia a un acuerdo total. La expresión para el cálculo de  $W$  se presenta a continuación:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R})^2}{m^2(n^3 - n)},$$

donde

$$R_j = \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad y \quad \bar{R} = \frac{m(n+1)}{2}.$$

En las expresiones anteriores,  $r_{ij}$  denota el rango que cada juez  $i$  otorga a cada objeto  $j$ , siendo  $R_j$  la suma de los rangos otorgados a un objeto;  $\bar{R}$  es el promedio de todos los rangos y  $S$  es la suma de las desviaciones  $R_j - \bar{R}$  al cuadrado. Como puede apreciarse,  $\bar{R}$  depende solamente de la cantidad de jueces y objetos valorados, debido a que, con esta información, ya están determinados los rangos que pueden asignarse; lo que no se conoce previamente a la obtención de los datos empíricos es cómo los jueces distribuyen los rangos entre los diferentes objetos.

Con la finalidad de comprender cómo se utiliza el índice  $W$ , considérese el siguiente ejemplo (Tabla 29.1). Tres participantes ( $m = 3$ ) ordenan según su preferencia cuatro actividades ( $n = 4$ ) a las que podrían dedicar su tiempo libre: leer, practicar deportes de aventura, ver la televisión o dormir. Se obtiene la siguiente matriz de datos:

Tabla 29.1: Matriz de datos con las preferencias de 3 personas acerca de cuatro actividades de ocio. Se muestran la suma de rangos para cada actividad así como las desviaciones al cuadrado respecto a la suma de rangos promedio.

|                             | Lectura      | Aventura     | Aventura     | Televisión   |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Dormir</b>               |              |              |              |              |
| Participante 1              | $r_{11} = 2$ | $r_{12} = 1$ | $r_{13} = 4$ | $r_{14} = 3$ |
| Participante 2              | $r_{21} = 1$ | $r_{22} = 2$ | $r_{23} = 4$ | $r_{24} = 3$ |
| Participante 3              | $r_{31} = 2$ | $r_{32} = 1$ | $r_{33} = 3$ | $r_{34} = 4$ |
| $R_j = \sum_{i=1}^m r_{ij}$ | 5            | 4            | 11           | 10           |
| $(R_j - \bar{R})^2$         | 6,25         | 12,25        | 12,25        | 6,25         |

La primera fila después de los datos de los participantes representa la suma de rangos para cada una de las  $n$  actividades, i.e., los valores  $R_j$ . La fila que contiene las desviaciones de la media requiere, lógicamente, calcular primero la media de todos los rangos:  $\bar{R} = m(n+1)/2 = 3(4+1)/2 = 7,5$ . De esta manera, por ejemplo para

la columna correspondiente a la lectura, la desviación al cuadrado de la media es igual a  $(5 - 7,5)^2 = (-2,5)^2 = 6,25$ . La suma de las desviaciones para las cuatro actividades es  $6,25 + 12,25 + 12,25 + 6,25 = 37$ . Por lo tanto, el valor de  $W$  se obtiene como

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \times 37}{3^2(4^3 - 4)} = \frac{444}{9 \times 60} = 0,82.$$

Considerando que  $W$  puede tomar valores entre 0 y 1, el valor obtenido indica un alto grado de acuerdo en cuanto a las actividades preferidas durante el tiempo de ocio. Este alto grado de acuerdo se puede comprobar también inspeccionando la matriz de datos, de la cual se desprende que la aventura y la lectura (en este orden) se valoran por delante de dormir y ver la televisión. Es necesario fijarse en el hecho de que, en este ejemplo, el índice no puede alcanzar el valor de 0 (i.e., las desviaciones respecto al rango medio no pueden ser iguales a cero) si no hay empates en los rangos asignados. Es decir, si solo se asignan rangos como números enteros (sin la posibilidad de tener dos actividades preferidas ambas con el rango 1,5), la suma de rangos no puede dar como resultado un número que no sea entero (e.g., 7,5).

En la situación descrita anteriormente también es aplicable la prueba de Friedman. Esta prueba permite comparar dos o más medidas ordinales cuando dichas medidas están relacionadas; aquí estas medidas son rangos asignados por los mismos  $m$  jueces. De esta manera, la prueba de Friedman permite contrastar estadísticamente si cada uno de estos  $n$  objetos es valorado igual que el resto. Consideremos la relación entre la prueba de Friedman y  $W$  en base al ejemplo anterior. El caso en el cual el rango promedio de todas las actividades es el mismo, concretamente,  $(1 + 2 + 3)/3 = 2$ , se correspondería con la hipótesis nula de falta de preferencia. Este caso solo se daría si cada una de las actividades recibe un rango diferente de cada uno de los tres jueces. Por lo tanto, se trataría de un caso de no concordancia y el índice  $W$  daría el valor de 0, es decir, los jueces no coinciden en su asignación de rangos (o de preferencias) según  $W$  y se puede considerar que estos rangos están asignados al azar (sin ningún tipo de preferencia) según la prueba de Friedman. En cambio, cualquier preferencia por una u otra actividad haría que su rango difiriera del promedio, por el hecho de ser más o menos preferida y esto se reflejará en valores  $p$  más pequeños en la prueba de Friedman y valores de  $W$  más grandes.

Partiendo de la expresión para obtener el estadístico  $\chi_r^2$  utilizado en la prueba de Friedman

$$\chi_r^2 = \frac{12}{mn(n+1)} \left[ \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^m r_{ij} \right) \right] - 3m(n+1) = \frac{12}{mn(n+1)} \left[ \sum_{j=1}^n R_j^2 \right] - 3m(n+1),$$

se conoce la siguiente equivalencia entre  $W$  y  $\chi_r^2$

$$W = \frac{\chi_r^2}{m(n-1)}.$$

Se ha de considerar, por lo tanto, que la prueba de Friedman y el índice  $W$  se pueden aplicar a la misma situación (variable cualitativa con tres o más niveles,  $n \geq 3$  objetos valorados, y variable ordinal que representa dichas valoraciones), siendo  $W$  el indicador de tamaño del efecto.

## Descripción de la situación

La presente práctica se centra en un estudio ficticio sobre la felicidad. El estudio se basa en el trabajo realizado por [Reyes-García et al. \(2009\)](#) sobre la relación entre la existencia de relaciones sociales y el bienestar percibido. De las 8 personas que participan en el estudio, cuatro consideran que disponen de amigos cercanos en quienes pueden confiar, a diferencia de los otros cuatro. A los participantes se les pide que contesten la escala breve de calidad de vida elaborada por la Organización Mundial de la Salud ([WHOQOL Group, 1998](#)); la denominación de dicha escala se abrevia WHOQOL-BREF en su versión original. Además, a cada uno de los participantes se le pide que ordene, según su importancia para él/ella, tres esferas vitales: trabajo, ocio y lugar de residencia.

El objetivo del estudio es comprobar si las personas que dicen disponer de amigos cercanos contestan de manera diferente a las preguntas sobre el bienestar percibido, i.e., si son más felices o no. También se pretende explorar si las personas de la muestra coinciden en la relevancia que otorgan a las tres esferas vitales. Por último, se desea estudiar si existe relación entre las respuestas sobre bienestar y la importancia que se otorga al ocio, como esfera potencialmente más vinculada a las relaciones sociales.

## Matriz de datos

La matriz de datos con la que se trabajará en la presente práctica es la siguiente (Tabla 29.2):

Tabla 29.2: Ejemplo práctico con datos sobre relaciones sociales y calidad de vida en una muestra ficticia de 8 personas.

| ID | Amigos | CalidadVida | Satisf1 | Trabajo | Ocio | Residencia |
|----|--------|-------------|---------|---------|------|------------|
| 1  | Sí     | 4           | 4       | 2       | 1    | 3          |
| 2  | Sí     | 3           | 5       | 1       | 2    | 3          |
| 3  | Sí     | 5           | 5       | 2       | 1    | 3          |
| 4  | Sí     | 1           | 3       | 1       | 3    | 2          |
| 5  | No     | 1           | 3       | 1       | 2    | 3          |
| 6  | No     | 4           | 5       | 1       | 2    | 3          |
| 7  | No     | 2           | 3       | 1       | 2    | 3          |
| 8  | No     | 4           | 3       | 2       | 3    | 1          |

A continuación se presenta información detallada sobre las variables más relevantes del estudio y que serán objeto de los análisis posteriores.

1. **ID:** identificador de cada participante que toma valores de 1 a  $m$ . Para asegurar el anonimato de los participantes, la relación entre identificador y nombre se guarda en un archivo que no se hace público. Aun así, es importante guardar la información sobre los participantes, conjuntamente con el consentimiento que éstos han firmado, para poder contactar con ellos en caso de que sea necesario.
2. **Amigos:** principal variable de agrupación. Los valores de dicha variable son auto-asignados por los participantes, i.e., cada uno de ellos especifica, según su percepción, si dispone de amigos cercanos de confianza (valor “Sí”) o si considera lo contrario (valor “No”).
3. **CalidadVida:** Respuesta que cada participante da a la primera pregunta de WHOQOL-BREF “¿Cómo valoraría su calidad de vida?” en una escala que va de 1 (Muy pobre) a 5 (Muy buena).
4. **Satisf1:** Respuesta que cada participante da a la decimonovena pregunta de WHOQOL-BREF “¿Cuán satisfecho está consigo mismo?” en una escala que va de 1 (Muy insatisfecho) a 5 (Muy satisfecho).
5. **Trabajo:** Rango de importancia asignado por cada participante al trabajo en relación con el resto de esferas vitales (“Ocio” y “Residencia”). El rango 1 indica mayor importancia, mientras que el rango 3 se corresponde con menor importancia.
6. **Ocio:** Rango de importancia asignado por cada participante al tiempo de ocio en relación con el resto de esferas vitales (“Trabajo” y “Residencia”). El rango 1 indica mayor importancia, mientras que el rango 3 se corresponde con menor importancia.

7. **Residencia:** Rango de importancia asignado por cada participante al lugar de residencia en relación con el resto de esferas vitales (“Ocio” y “Trabajo”). El rango 1 indica mayor importancia, mientras que el rango 3 se corresponde con menor importancia.

## Tareas relacionadas con los datos disponibles

1. Interprete los resultados de la comparación de “CalidadVida” entre los grupos formados por la variable “Amigos”.

En primer lugar considere la representación gráfica (ver Figura 29.1) de los valores en “CalidadVida” de ambos grupos:

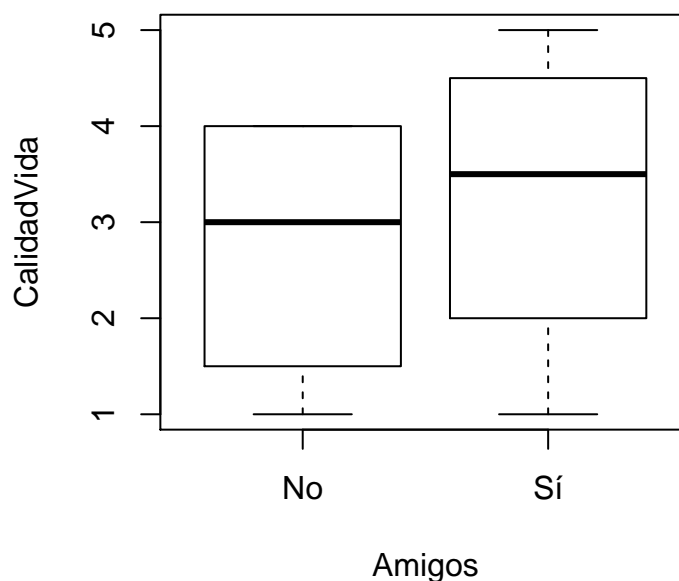


Figura 29.1: Diagrama de cajas agrupadas para la variable CalidadVida en función de Amigos.

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney son:

```
UMWfun(y='CalidadVida',x='Amigos', alternativa='two.sided',  
conf.int=0.95,prueba='default',data='datosTENP')
```

Medianas para CalidadVida segun Amigos

```
No  Sí
3.0 3.5
```

Resumen descriptivo por rangos

|    | Rango promedio | Suma Rangos |
|----|----------------|-------------|
| No | 4.12           | 16.5        |
| Sí | 4.88           | 19.5        |

Prueba U de Mann-Whitney para CalidadVida por Amigos

Wilcoxon rank sum test

```
data:  CalidadVida by Amigos
W = 6.5, p-value = 0.6552
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -3.000014  3.000000
sample estimates:
difference in location
 -0.400895
```

Por lo tanto,  $PS = n_S n_{No} - U / n_S n_{No} = 16 - 6,5 / 16 = 0,594$ .

Los resultados de las comparaciones que se realiza para obtener el valor de Probabilidad de Superioridad del grupo “Amigos=Sí” se pueden obtener mediante el código R que se presenta a continuación:

```
calidad_si <- c(4,3,5,1)
calidad_no <- c(1,4,2,4)
probsup <- function (x1,x2){
  n1 <- sum(!is.na(x1))
  n2 <- sum(!is.na(x2))
  mayor <- sum(unlist(lapply(x1,x2,FUN='>'))),na.rm=TRUE)
  igual <- 0.5*sum(unlist(lapply(x1,x2,FUN='=='))),na.rm=TRUE)
  prob_sup <- (mayor+igual)/(n1*n2)
  cat('Frecuencia >: ',mayor, '\n')
```



```

cat('Frecuencia =: ',igual,'\n')
cat('Probabilidad superioridad (PS): ',prob_sup,'\n')
}
probsup(calidad_si,calidad_no)

Frecuencia >: 8
Frecuencia =: 1,5
Probabilidad superioridad (PS): 0,5938

```

Alternativamente, puesto que se dispone de pocos datos, es posible realizar las comparaciones de forma manual.

- Para ID.1 del grupo “Amigos=Sí” el valor en “CalidadVida” es 4, superior a dos valores del grupo “Amigos=No”, 1 (ID.5) y 2 (ID.7), e igual a los otros dos valores (ID.6 e ID.8). Por lo tanto, el recuento de valores superiores o iguales es de  $2 + 2(0,5) = 3$ .
  - Para ID.2 del grupo “Amigos=Sí” el valor en “CalidadVida” es 3, superior a dos valores: 1 (ID.5) y 2 (ID.7). Recuento de valores superiores o iguales = 2.
  - Para ID.3 del grupo “Amigos=Sí” el valor en “CalidadVida” es 5, superior a todos los valores Recuento de valores superiores o iguales = 4.
  - Para ID.4 del grupo “Amigos=Sí” el valor en “CalidadVida” es 1, igual a un valor (ID.5). Recuento de valores superiores o iguales = 0,5.
  - El recuento total es de  $3 + 2 + 4 + 0,5 = 9,5$  de 16 comparaciones.  $PS = 0,594$ , aproximadamente.
2. Lleve a cabo la prueba U de Mann-Whitney para comparar los grupos formados por la variable “Amigos” en cuanto a la variable “Satisf1”. Interprete sus resultados.

En primer lugar considere la representación gráfica (Figura 29.2) de los valores en “Satisf1” de ambos grupos:

La prueba se puede llevar a cabo mediante el plug-in `RcmdrPlugin.EACSPIR` (Peró, Leiva, Guàrdia, y Solanas, 2012; Peró, Leiva, Solanas, y Guàrdia, 2014). Como cualquier paquete de R el plug-in debe ser instalado para ser cargado, posteriormente, dentro del programa R-Commander. Una vez cargado en la sesión de trabajo de R-Commander se debe seguir la siguiente secuencia de pasos: `EACSPIR` → `Pruebas no paramétricas` → `U de Mann-Whitney`.

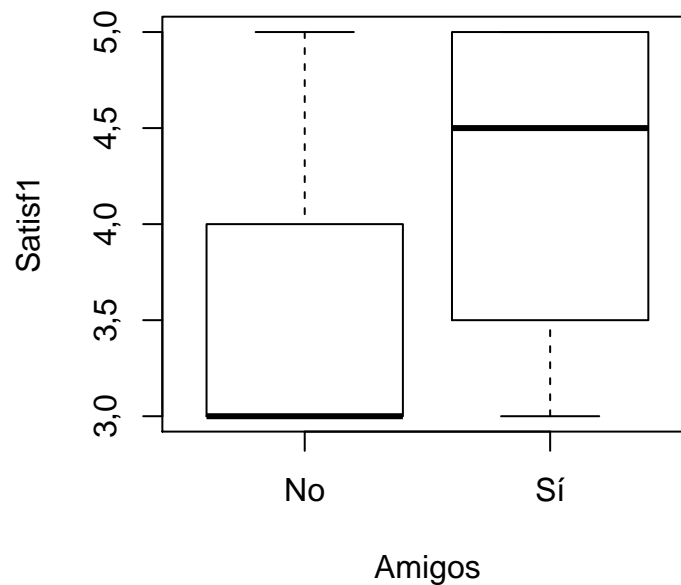


Figura 29.2: Diagrama de cajas agrupadas para la variable Satisf1 en función de Amigos.

3. Calcule la Probabilidad de superioridad en la valoración de la satisfacción con uno mismo (“Satisf1”) de las personas que han contestado que sí tienen amigos cercanos (grupo “Amigos=Sí”) en comparación con las personas que han contestado que no tienen amigos cercanos (grupo “Amigos=No”).
  - Obtenga el cálculo realizando las 16 comparaciones a mano.
  - Compare el resultado con el que se obtendría calculando  $PS$  a partir de su relación con el resultado de la prueba U de Mann-Whitney.
4. Interprete los valores de los índices tau de Kendall para estudiar la fuerza de la relación entre la valoración de la calidad de vida (“CalidadVida”) y la satisfacción con uno mismo (“Satisf1”).

En primer lugar considere la representación gráfica de la relación entre ambas variables (Figura 29.3):

La tabla de contingencia y los resultados de las comparaciones entre las celdas de dicha tabla se muestran a continuación:

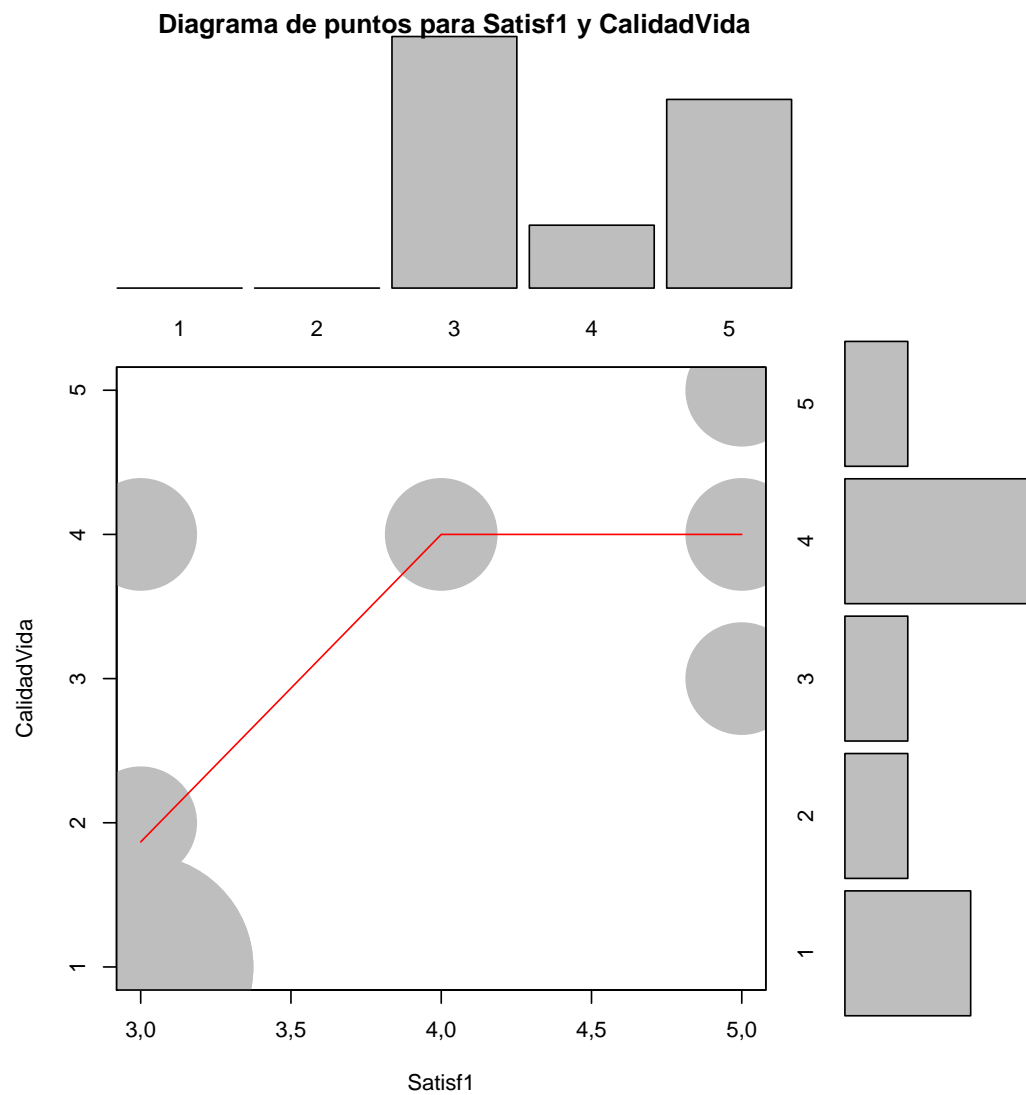


Figura 29.3: Diagrama de dispersión para las variables Satisf1 y CalidadVida.

Tabla de contingencia para Satisf1 y CalidadVida:

|         | CalidadVida |   |   |   |   |
|---------|-------------|---|---|---|---|
| Satisf1 | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1       | 0           | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2       | 0           | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3       | 2           | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 4       | 0           | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5       | 0           | 0 | 1 | 1 | 1 |

Descripción tabla de contingencia:

|                               | Valores |
|-------------------------------|---------|
| Pares concordantes            | 14      |
| Pares discordantes            | 2       |
| Empates Satisf1               | 9       |
| Empates CalidadVida           | 4       |
| Empates Satisf1 y CalidadVida | 1       |

Por último, los valores correspondientes a los índices tau de Kendall:

Coefficientes de asociación:

|                  | Valores |
|------------------|---------|
| Tau a de Kendall | 0.43    |
| Tau b de Kendall | 0.56    |
| Tau c de Kendall | 0.47    |

5. Calcule e interprete los valores de los índices tau-b y tau-c de Kendall para estudiar la fuerza de la relación entre la valoración de la calidad de vida (“CalidadVida”, con  $I = 5$  valores) y la importancia asignada al tiempo de ocio (“Ocio”, con  $J = 3$  valores).

En primer lugar considere la representación gráfica de la relación entre ambas variables (Figura 29.4):

Los resultados se pueden obtener mediante el paquete `Rcmdr.Plugin.EACSPIR` (Peró et al., 2012, 2014). Las variables han de ser ordinales (i.e., puede ser necesario “Convertir variable numérica en factor” y “Reordenar los niveles de los factores”): `EACSPIR` → Descripción de datos ordinales → Descripción bivalente.

Alternativamente, se pueden utilizar las fórmulas, en base al número de concordancias (C), discordancias (D) y empates (E) para los  $m$  participantes:

$$\tau_b = \frac{C - D}{\sqrt{\left(\frac{m(m-1)}{2} - E_{\text{Ocio}}\right) \left(\frac{m(m-1)}{2} - E_{\text{CalidadVida}}\right)}} \quad y \quad \tau_c = \frac{2q(C - D)}{m^2(q - 1)},$$

donde  $q = \min(I, J)$ .

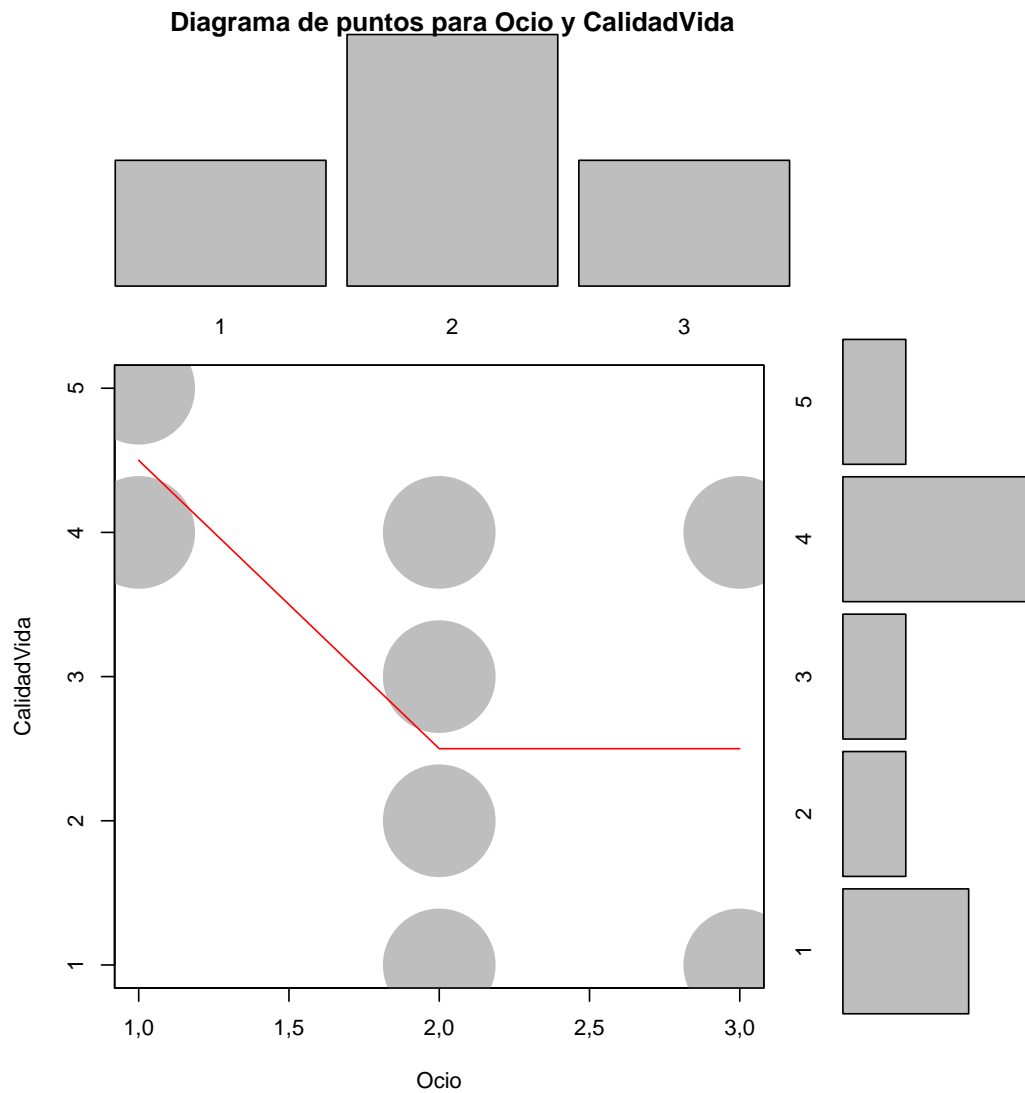


Figura 29.4: Diagrama de dispersión para las variables Ocio y CalidadVida.

A modo de recordatorio, se ofrece un ejemplo para repasar los conceptos de concordancia, discordancia y empate (Tabla 29.3). Imagine que se dispusiera de los siguientes datos:

Tabla 29.3: Ejemplo ilustrativo con datos sobre calidad de vida y trabajo en una muestra ficticia de 4 personas.

| Participante | CalidadVida | Trabajo |
|--------------|-------------|---------|
| 1            | 4           | 3       |
| 2            | 3           | 1       |
| 3            | 5           | 2       |
| 4            | 1           | 1       |

Al comparar el participante 1 con el participante 2 vemos que el primero reporta mayor calidad de vida percibida y un rango más grande de (aquí menos importancia otorgada a) el trabajo. El hecho de tener uno de los dos participantes valores más altos en ambas variables es una concordancia (C). En cambio, al comparar el participante 1 con el participante 3, este último reporta mayor calidad de vida, pero un rango más bajo del trabajo. Se trata de una discordancia (D). En los datos de este ejemplo también se puede observar un empate en la variable “Trabajo” ( $E_{Trabajo}$ ): tanto el participante 2 como el 4 le otorgan el rango 1, por lo tanto, en esta comparación no se puede hablar ni de concordancia, ni de discordancia. Una mayor frecuencia de las concordancias implicaría relación positiva: a más calidad de vida percibida, mayor rango asignado al trabajo. Al contrario, una mayor frecuencia de las discordancias implicaría relación positiva: a más calidad de vida percibida, menor rango asignado al trabajo (lo que en este caso implicaría mayor importancia otorgada).

- Interprete los resultados de la prueba de Friedman que compara los rangos asignados a las tres esferas vitales (“Trabajo”, “Ocio” y “Residencia”).

En primer lugar considere la representación gráfica (Figura 29.5) de los rangos asignados por los 8 participantes a cada una de las tres esferas.

A continuación se presenta el resultado de la prueba de Friedman, junto con una manera de introducir los datos manualmente en R:

```

Importancia <- matrix(c(2, 1, 3,
                        1, 2, 3,
                        2, 1, 3,
                        1, 3, 2,
                        1, 2, 3,
                        1, 2, 3,
                        1, 2, 3,
                        2, 3, 1),
                      nrow=8,
                      byrow=TRUE,
                      dimnames=list(1:8,
                                     c('Trabajo', 'Residencia', 'Ocio')))
friedman.test(Importancia)

Friedman rank sum test

data:  Importancia

```

```
Friedman chi-squared = 6,25, df = 2, p-value = 0,04394
```

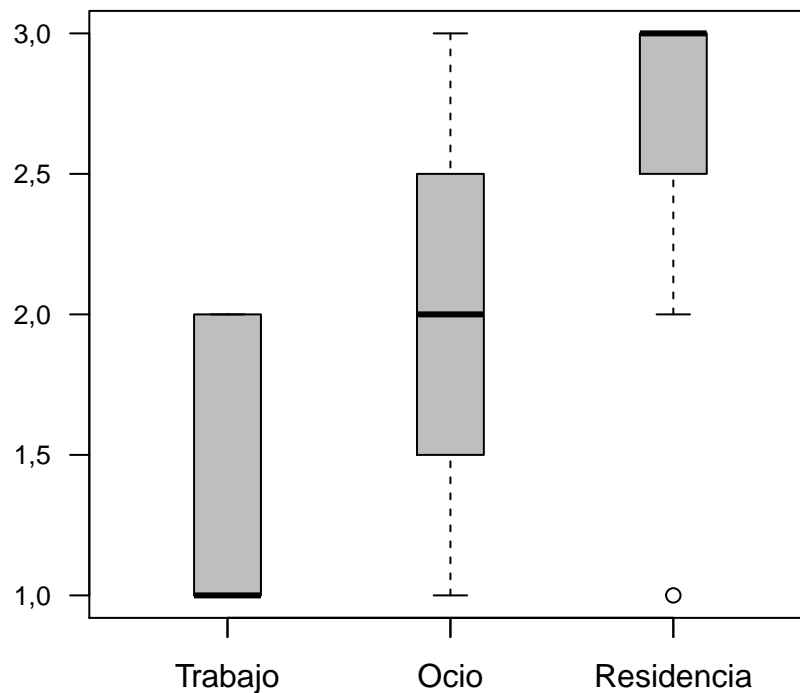


Figura 29.5: Diagrama de cajas para la satisfacción relacionada con el trabajo, el ocio y el lugar de residencia.

También es posible primero importar los datos (e.g., denominándolos “Datos”) en la sesión de R-Commander y, posteriormente, ejecutar el siguiente código, considerando que la columna 5 corresponde a la variable “Trabajo”, 6 a “Ocio” y 7 a “Residencia”:

```
friedman.test(as.matrix(datosTENP[, 5:7]))
```

```
Friedman rank sum test
```

```
data: as.matrix(datosTENP[, 5:7])
```

```
Friedman chi-squared = 6,25, df = 2, p-value = 0,04394
```

7. Calcule el coeficiente de concordancia  $W$  de Kendall para cuantificar el grado en que las  $m = 8$  personas coinciden en su valoración de las  $n = 3$  esferas vitales (“Trabajo”, “Ocio” y “Residencia”).

- Obtenga el valor de  $W$  aplicando la fórmula:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R})^2}{m^2(n^3 - n)},$$

donde

$$R_j = \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad y \quad \bar{R} = \frac{m(n+1)}{2}.$$

- Compruebe si este resultado concuerda con el obtenido basándose en la equivalencia con el estadístico que se utiliza en la prueba de Friedman:

$$W = \frac{\chi_r^2}{m(n-1)}$$



# **Bloque VII**

## **Modelado**

La descripción estadística bivalente presentada en el Bloque IV permite obtener diferentes tipos de información: 1) si dos variables están relacionadas o, al contrario, son independientes; 2) cuál es la dirección o el sentido de su relación, positiva o negativa (para variables de escalas ordinales, de intervalo o razón); 3) si la relación es lineal o no lineal (para escalas de intervalo o razón); 4) una cuantificación de la fuerza de la asociación. La estadística inferencial que es objeto del Bloque V puede entenderse como una continuación del uso descriptivo, añadiendo un matiz diferente a la información: si la asociación observada es estadísticamente significativa o no, es decir, si es probable que la situación real en la población fuera de independencia entre las variables. Siguiendo este hilo de razonamiento, el contenido del Bloque VI puede ser conceptualizado como una de las herramientas estadísticas para proporcionar incluso más información sobre la relación entre dos o más variables - esta información hace referencia a la función matemática que describe la manera en la cual los valores de una variable se relacionan con los valores de la(s) otra(s).

Por consiguiente, el modelado puede utilizarse para obtener un conocimiento más profundo sobre la relación entre las variables, pero también hace posible predecir una variable de respuesta a partir de sus posibles causas, justificadas de forma teórica o empírica. En el contexto de los procedimientos de modelado, el analista debe tener en cuenta que prácticamente siempre hay una parte de la conducta de interés que queda sin explicar y, por ende, la predicción está sujeta a error, un error que nos interesa reducir en la medida de lo posible, sin perder de vista la importancia de regirnos por la parsimonia científica que exige evitar la inclusión de demasiadas variables o predictores superfluos. Finalmente, en el proceso de modelado mediante análisis de la regresión es posible incluir una tercera variable que puede tener roles diferentes (i.e., un predictor adicional, mediadora o moderadora).

Esperamos que el estudiante aprenderá a utilizar diferentes concreciones del modelo lineal, cuando es necesario debido a los objetivos de la investigación (como siempre), considerando las diferentes posibilidades de modelado según la escala de medida de las variables (como siempre) y escogiendo los predictores y la variable dependiente en base a la teoría o al diseño. Este último aspecto es esencial, puesto que el razonamiento y la toma de decisiones son tareas propias del analista y nunca atribuibles al software o al análisis.

## Capítulo 30

# Modelos de regresión lineal

### Introducción

A pesar de que en muchos manuales y cursos de Estadística se presenta la regresión lineal tras una exposición de las distintas medidas de asociación y, más concretamente, del *coeficiente de correlación lineal producto-momento de Pearson*, su conceptualización fue anterior al desarrollo formal de dicha medida de asociación. Ciertamente, los trabajos de Sir Francis Galton en las postrimerías del siglo XIX acerca de la conocida *regresión a la media* favorecieron, unos años más tarde, el desarrollo del coeficiente de correlación lineal por parte de Karl Pearson (véase [Stanton, 2001](#)). De acuerdo con sus hallazgos una característica (por ejemplo, la altura) puede ser heredada por los descendientes pero ésta se manifestará con mayor probabilidad más próxima a la media que en los progenitores, esto es, menos extrema. Desde entonces, los modelos de regresión lineal y las medidas basadas en la correlación lineal se han utilizado en múltiples disciplinas científicas. Además, éstas técnicas constituyen la base de otros procedimientos estadísticos más complejos ([Wright y London, 2009](#)).

En la presente práctica se van a trabajar los aspectos fundamentales a tener en cuenta a la hora de formalizar la relación entre dos variables numéricas<sup>1</sup> por medio de un modelo de regresión lineal simple. A modo de resumen se detallan estos aspectos fundamentales:

1. Especificación de un modelo de regresión lineal simple.
2. Estimación de los coeficientes del modelo.
3. Validación del modelo de regresión lineal simple.

---

<sup>1</sup>También puede modelizarse la relación funcional entre una variable numérica y una variable categórica, ésta última codificada como una variable binaria ficticia o *dummy*.

4. Diagnóstico del modelo.
5. Predicción mediante un modelo de regresión lineal simple.

Complementariamente, se llevará a cabo un modelo de regresión múltiple y se estudiarán algunos de los aspectos mencionados en el párrafo anterior.

## Base de datos

El paquete `car` (Fox y Weisberg, 2011) incluye una base de datos llamada `Ginzberg` con datos de 82 pacientes psiquiátricos. Las variables incluidas en dicha base de datos son `depression`, correspondiente al grado de depresión obtenida mediante la escala de Beck (Beck et al., 1996); `fatalism`, con la puntuación obtenida en una escala de pensamientos fatalistas; `simplicity`, correspondiente a la medida de la necesidad de la persona para clasificar el mundo de forma dicotómica (buenos/malos, negro/blanco, a favor/en contra, etcétera). Asimismo, la base de datos contiene otras tres variables `adjsimp`; `adjfatal` y `adjdep` que no serán utilizadas en la presente práctica.

## Análisis estadístico

Para llevar a cabo la presente práctica se pide, en primer lugar, estimar el modelo de regresión simple para conocer hasta qué punto se puede predecir el nivel de depresión a partir del conocimiento que se tenga del grado de pensamiento dicotómico que posea la persona. Para ello cada estudiante deberá:

1. Cargar la base de datos en la sesión de trabajo de R-Commander, por ejemplo, a través del módulo *Datos* de la interfaz gráfica, o bien mediante el siguiente código:

```
library(car)
data(Ginzberg)
```

Una vez ejecutado, se puede activar directamente la base de datos en R-Commander.

2. Representar gráficamente la distribución conjunta de las variables correspondientes al nivel de depresión y el grado de pensamientos dicotómicos. Téngase en cuenta la situación en los ejes del gráfico que deben tener las variables de acuerdo a la relación funcional que se quiere modelar.
3. Especificar el modelo de regresión lineal que permitirá formalizar la relación funcional entre las dos variables de interés.

4. Estimar los coeficientes del modelo e interpretar cada uno de ellos.
5. Validar el modelo de regresión lineal simple por medio de una prueba F indicando el valor del estadístico y su grado de significación.
6. Realizar algunas pruebas de diagnóstico para comprobar el cumplimiento de los supuestos del modelo.

Una vez estudiado el modelo anterior, se pide crear un nuevo modelo a partir del cual se pueda predecir la puntuación en depresión a partir del grado de fatalismo de la persona. Para ello, nuevamente, realizar las siguientes tareas:

1. Representar gráficamente la distribución conjunta de las variables correspondientes al nivel de depresión y el grado de fatalismo. Téngase en cuenta la situación en los ejes del gráfico que deben tener las variables de acuerdo a la relación funcional que se quiere modelar.
2. Especificar el modelo de regresión lineal que permitirá formalizar la relación funcional entre las dos variables de interés.
3. Estimar los coeficientes del modelo e interpretar cada uno de ellos.
4. Validar el modelo de regresión lineal simple por medio de una prueba F indicando el valor del estadístico y su grado de significación.
5. Realizar algunas pruebas de diagnóstico para comprobar el cumplimiento de los supuestos del modelo.

Finalmente, estimar el modelo de regresión lineal múltiple que permita predecir el grado de depresión a partir del nivel de fatalismo y pensamiento dicotómico (ver Figura 30.1).

## Para razonar y contestar

1. Realizar una predicción para una persona con una puntuación de 0,5 puntos en la escala de fatalismo y de pensamiento dicotómico para cada uno de los modelos estudiados.
2. Una vez realizados los análisis descritos en el epígrafe anterior, ¿qué recomendaría a los investigadores de un estudio cómo este? ¿un modelo de regresión lineal simple o el modelo de regresión múltiple? Justifique su respuesta.
3. Determine la adecuación o no de las siguientes conclusiones en el caso del presente estudio:
  - El modelo de regresión número 1 ayuda a predecir mejor el nivel de depresión.

- Ninguno de los 3 modelos son adecuados pues se incumplen los supuestos para la aplicación de un modelo de regresión lineal.
- Se puede concluir que el fatalismo es la principal causa de depresión.

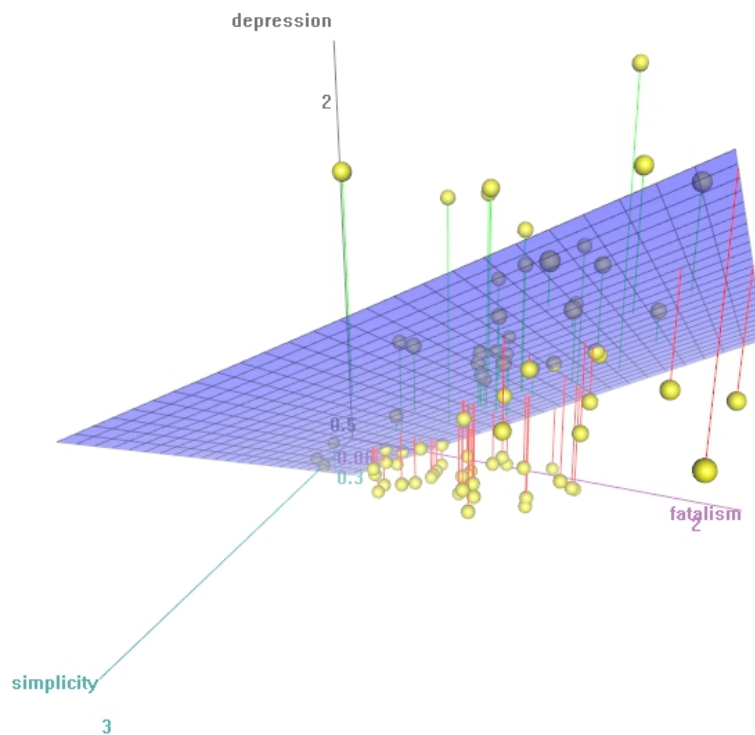


Figura 30.1: Diagrama de puntos tridimensional para las variables **fatalism**, **simplicity** y **depression**. Nótese que en este caso se muestra el plano de regresión ajustado por el método de mínimos cuadrados.

## Capítulo 31

# Modelos de regresión polinómica

### Introducción

No hay duda de que, en cuanto a la precisión y eficacia con la cual una persona realiza una tarea, existen aspectos cognitivos que están estrechamente asociados. Así, por ejemplo, la capacidad de procesamiento y la práctica están vinculadas con la ejecución de las tareas. Ahora bien, el estado fisiológico también incide en la eficacia con la cual se realiza una tarea. Existen varios modelos que se han propuesto para describir la relación entre estados fisiológicos y la realización alcanzada en la ejecución de tareas (véase [Eysenck, 1982](#)). Aquí se referirá solo la *ley de Yerkes-Dodson*, cuyo origen es un trabajo sobre motivación y discriminación ([Yerkes y Dodson, 1908](#)).

La ley de Yerkes-Dodson establece una relación empírica en forma de U invertida entre el nivel de tensión, motivación y activación por un lado y la realización por el otro. O sea, entre un estado fisiológico y el resultado de un procesamiento cognitivo se supone una relación curvilínea, específicamente una relación funcional acorde a una función polinómica de segundo grado. Existe otra suposición referida a la mencionada ley, pues se supone que la intensidad de la motivación o la activación requerida para realizar una tarea óptimamente incrementa con la facilidad de la misma. O sea, para tareas difíciles se requiere menor grado de activación para alcanzar un resultado óptimo que en el caso de tareas fáciles.

### Base de datos

En la Tabla 31.1 se hallan los resultados correspondientes a un supuesto experimento en el cual se pretende verificar la relación funcional entre el grado de estrés

y la realización o ejecución de una tarea según se desprende de la ley de Yerkes-Dodson. Se supone que para los 20 participantes en el experimento se obtuvo su puntuación de estrés mediante un test psicológico estandarizado. El supuesto experimento consiste en mostrar a los participantes una secuencia de 30 pares de palabras, que componen la lista inicial de palabras, en el monitor de un ordenador. En la totalidad de los pares de palabras ambos vocablos tenían el mismo número de sílabas, o sea, las 60 palabras eran bisilábicas. Transcurridos cinco minutos, también mediante un ordenador, se presentan 30 pares de palabras de dos sílabas, que corresponden con la lista de prueba, donde cada uno de esos pares asociados puede coincidir o no con alguno de los pares de palabras presentado con anterioridad. La tarea de los participantes consiste en, para cada par de palabras que se presentan asociadas en la lista de prueba, decidir si se presentaron conjuntamente, es decir, asociadas, en la lista inicial de 30 pares de palabras. Los participantes disponían de cinco segundos para responder, considerándose fallida una respuesta posterior a ese tiempo estipulado. Antes de presentar las listas de palabras se solicitó a los participantes que pusieran todo su interés en la tarea realizada.

## Análisis estadístico

Cada estudiante debe realizar las tareas siguientes en el orden que se indica a continuación y, cuando proceda, reflexionar sobre los resultados obtenidos:

1. Introducir los datos de la Tabla 31.1 en una base de datos u hoja de cálculo. Ésta última puede ser, por ejemplo, Excel. Una vez se han introducido los datos, éstos pueden importarse desde una aplicación estadística. También pueden introducirse los datos en los editores disponibles en las aplicaciones estadísticas (p. e.: R-Commander).
2. Determinar el valor correspondiente al coeficiente de determinación para un modelo de regresión lineal simple ( $y = \beta_0 + \beta_1x + \epsilon$ ), donde el estrés es la variable de predicción de la ejecución de la tarea. ¿Qué se concluye a partir de los resultados?
3. Realizar un gráfico de dispersión donde, en el eje de abscisas, se halle el grado de estrés y, en el eje de ordenadas, se encuentre el nivel de ejecución en la tarea. ¿Permite este gráfico comprender el valor del coeficiente de determinación hallado para el modelo de regresión lineal simple? ¿Qué modelo parece más adecuado?
4. Obtener el nivel del coeficiente de determinación, pero ahora para un modelo de regresión polinómica de segundo orden ( $y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \epsilon$ ). Proporcionar la estimación de los parámetros y sus errores estándar, además del nivel de significación del término cuadrático. Adicionalmente, realizar el



Tabla 31.1: Se muestran datos correspondientes al grado de ejecución en la tarea, además de las puntuaciones de estrés de los participantes en el experimento. Mientras que el nivel de eficacia en la ejecución de la tarea puede variar de 0 a 30, ambos inclusive, el grado de estrés puede tomar valores de 0 a 48, también para el menor y mayor grado de estrés, respectivamente. Los datos son simulados, no obtenidos en un experimento real. En la tercera, cuarta y quinta columna se encuentra la puntuación de estrés para cada participante elevada a la primera, segunda y tercera potencia, respectivamente.

| Participante | EJECUCIÓN | ESTRÉS <sup>1</sup> | ESTRÉS <sup>2</sup> | ESTRÉS <sup>3</sup> |
|--------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1            | 7         | 11                  | 121                 | 1331                |
| 2            | 19        | 32                  | 1024                | 32768               |
| 3            | 28        | 25                  | 625                 | 15625               |
| 4            | 25        | 24                  | 576                 | 13824               |
| 5            | 17        | 18                  | 324                 | 5832                |
| 6            | 21        | 22                  | 484                 | 1064                |
| 7            | 11        | 33                  | 1089                | 35937               |
| 8            | 8         | 40                  | 1600                | 64000               |
| 9            | 27        | 28                  | 784                 | 21952               |
| 10           | 14        | 35                  | 1225                | 42875               |
| 11           | 20        | 31                  | 961                 | 29791               |
| 12           | 12        | 17                  | 289                 | 4913                |
| 13           | 26        | 23                  | 529                 | 12167               |
| 14           | 25        | 22                  | 484                 | 10648               |
| 15           | 20        | 30                  | 900                 | 27000               |
| 16           | 15        | 18                  | 324                 | 5832                |
| 17           | 26        | 26                  | 676                 | 17576               |
| 18           | 17        | 32                  | 1024                | 32768               |
| 19           | 27        | 24                  | 576                 | 13824               |
| 20           | 24        | 20                  | 400                 | 8000                |

análisis de los supuestos, para lo cual pueden utilizarse las siguientes funciones de R: como `dwtest(reg1)` o `bptest(reg1)` del paquete `lmtest`, para autocorrelación y heterocedasticidad, respectivamente, además de la opción `shapiro.test(reg1$res)`.

5. Calcular el coeficiente de determinación para un modelo de regresión polinómica de tercer orden ( $y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3x^3 + \epsilon$ ). ¿Qué consecuencias se extraen de los resultados obtenidos para el término cúbico?

## Para razonar y contestar

Las reflexiones que a continuación se detallan deben ser realizadas por cada uno de los estudiantes y también proporcionar una respuesta:

1. ¿Por qué es conveniente obtener una representación gráfica antes de estimar los parámetros de un modelo de regresión?
2. ¿Es cierto que un modelo polinómico de orden  $n - 1$ , donde  $n$  denota el total de individuos de la muestra, conduce a la obtención de un coeficiente de determinación igual a 1? En caso afirmativo, ¿debería siempre utilizarse ese modelo de orden  $n - 1$ ? Tanto si la respuesta es afirmativa como negativa, se debe proporcionar un argumento.
3. ¿Qué consecuencias teóricas y aplicadas se derivan de la ley de Yerkes-Dodson?

## Lecturas Complementarias

Eysenck, M. W. (1982). *Attention and arousal. Cognition and performance*. Berlin: Springer-Verlag. [Traducción en español, Eysenck, M. W. (1985). *Atención y activación. Cognición y realización*. Barcelona: Herder].

## Capítulo 32

# Modelos de mediación

### Introducción

Los modelos estímulo-respuesta (E-R) han tenido una apreciable influencia en la Psicología. En esta tipología de modelos la conducta se entiende como la respuesta a los estímulos. Ahora bien, con el objetivo de destacar la incidencia de los organismos, se han propuesto los modelos estímulo-organismo-respuestas (E-O-R), que suponen la existencia de mecanismos mediadores entre estímulos y respuestas en los organismos. Así, en los modelos E-O-R, los mecanismos supuestos en los organismos pueden ser entendidos, que no directamente observados, como variables mediadoras. Por tanto, se apreciará una manifiesta conexión entre los modelos estadísticos para el análisis de la mediación y algunas representaciones conceptuales de la disciplina psicológica.

Si estímulo y respuesta se representan como dos variables,  $X$  e  $Y$ , y dado que no haya ninguna otra variable que intervenga, solo existen cuatro posibilidades. Primera, ambas variables no están relacionadas (inexistencia de efecto). Segunda,  $X$  es la causa de  $Y$  (efecto asimétrico o direccional). Tercera,  $Y$  es causa de  $X$  (efecto asimétrico o direccional). Cuarta, y última, ambas variables están asociadas (efecto recíproco).

Ahora se tratará el caso en que existen tres variables,  $X$ ,  $Y$  y  $Z$ , asumiendo que ninguna otra variable interviene. En primer lugar se refieren las relaciones entre los pares de variables de la terna. Así, pueden hallarse efectos asimétricos, es decir, una variable es causa de la otra para cualquiera de los seis posibles efectos direccionales entre pares de variables. Sin duda también los efectos pueden ser recíprocos e, incluso, puede no existir relación entre las variables. En segundo lugar, si se considera la tercera variable, además de los efectos asimétricos o recíprocos,

se advierten otros, como son: confusión, covariancia y mediador. El efecto de confusión se produce cuando, para un par de variables  $X$  e  $Y$ , la variable  $Z$  modifica la relación entre ambas porque está relacionada con las dos. Esto puede notarse tanto en relaciones causales como en recíprocas. El efecto de covariancia se refiere a que, si  $X$  es una variable independiente e  $Y$  es la dependiente,  $Z$  también puede ser otro predictor de  $Y$  y, por tanto, incrementar la precisión del modelo predictivo. Si  $Z$  no está relacionada con  $X$ , no cambiará la relación entre  $X$  e  $Y$ . Así, la diferencia entre una variable de confundido y un efecto de covariancia es que en el primer caso la variable  $Z$  modifica la relación entre  $X$  e  $Y$ . Un efecto de mediación se define como la intermediación de  $Z$  en la relación causal entre  $X$  e  $Y$ , o sea,  $X$  causa  $Z$  y, a su vez,  $Z$  es causa de  $Y$ . En otros términos, la variable mediadora explica la relación entre  $X$  e  $Y$  porque se transmite el efecto de  $X$  sobre  $Y$  por la mediación de  $Z$ . Por tanto,  $Z$  se denomina variable mediadora y es común representar este tipo de variables por medio de la letra  $M$ . Nótese también que la mediación implica asimetría o direccionalidad en las relaciones. Es común referirse a las variables mediadoras como variables intervinientes o intermediarias. ¿Cuál es la diferencia entre una variable mediadora y una moderadora? Mientras las variables mediadoras se refieren a los mecanismos por los cuales los efectos ocurren, las variables moderadoras apuntan hacia los factores que, dado un particular efecto, modulan la magnitud del mismo (Judd, Kenny, y McClelland, 2001). Un ejemplo puede ser útil para diferenciar entre variables mediadoras y moderadoras. El número de horas de estudio dedicadas a una materia puede incrementar el interés hacia la misma y este último conllevar una mejor ejecución en las pruebas académicas de conocimientos, notándose así un efecto de mediación. Ahora bien, la incidencia de las horas de estudio sobre el rendimiento puede ser diferente según el tipo de escuela, mostrándose así un efecto moderador.

Las ideas hasta aquí expuestas sobre la mediación pueden ser extendidas a los casos en que existen cuatro o más variables.

## Fundamentos del análisis estadístico de la mediación

A fin de ilustrar el análisis estadístico de la mediación, nótese que la Figura 32.1 muestra un modelo de regresión simple. Se advierte claramente un efecto directo de la variable independiente sobre la dependiente, denotado mediante  $a_1$ , mientras que el modelo de regresión lineal simple establece una relación funcional entre las variables de predicción y objetivo.

La Figura 32.2 muestra una representación gráfica en la cual existen una varia-

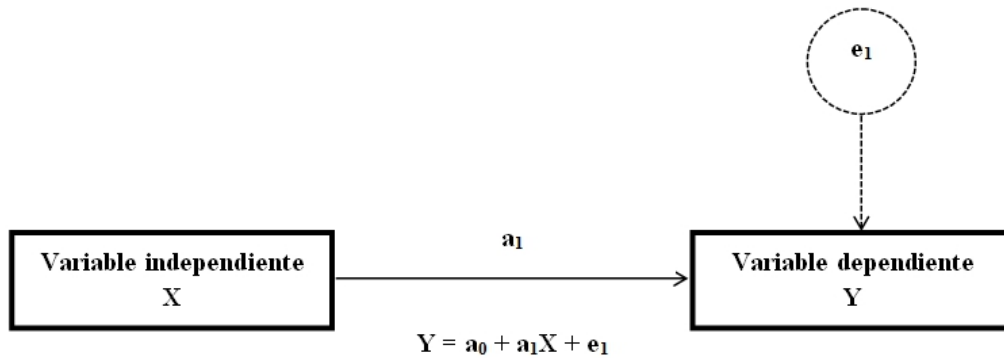


Figura 32.1: Una flecha de trazo continuo y una única punta indica la asimetría de la relación, es decir, que la variable  $X$  predice la variable  $Y$ . Así, la variable independiente permite predecir la variable dependiente. Mediante  $a_1$  se denota la relación entre la variable independiente y la dependiente, mientras que  $a_0$  y  $e_1$  se corresponden, respectivamente, con la constante y el término error del modelo de regresión lineal simple.

ble independiente, otra dependiente y, finalmente, una variable mediadora. Nótese que el efecto de la variable independiente sobre la dependiente puede llegar, en principio, tanto de forma directa como indirecta; en el segundo caso intermediado por una variable mediadora. Pues bien, el análisis estadístico de la mediación, que se fundamenta en modelos de regresión lineal, permite determinar si existe o no un efecto de mediación en la relación funcional existente entre las variables.

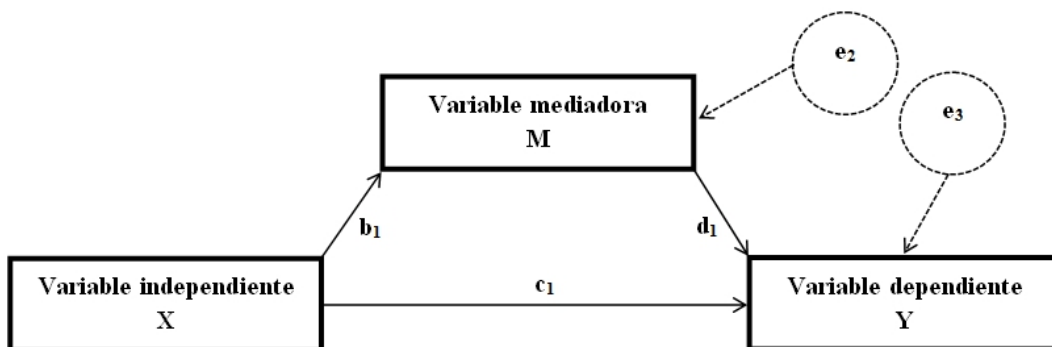


Figura 32.2: En la figura se muestra una variable independiente, otra dependiente y, por último, una variable mediadora. El efecto de la variable independiente sobre la dependiente llega por dos vías. Existe un efecto directo de  $X$  sobre  $Y$ , notado por medio de  $c_1$ , pero también hay un segundo efecto, en este caso indirecto y denotado mediante  $d_1$ , de la variable independiente sobre la dependiente que se concreta a través de la variable mediadora  $M$ .

A partir del gráfico de la Figura 32.2 pueden fácilmente especificarse el siguiente par de modelos de regresión lineal, el primero simple y el segundo múltiple:

$$\begin{aligned}M &= b_0 + b_1X + e_2 \\ Y &= c_0 + c_1X + d_1M + e_3.\end{aligned}$$

Nótese que  $c_1$  es el efecto parcial de la variable  $X$  sobre la variable  $Y$ , o sea, eliminado la contribución de la variable independiente sobre la variable dependiente que se ha vehiculado a través de  $M$ , tal como se aprecia en el modelo de regresión lineal múltiple que se muestra en la última expresión. Cabe mencionar que en el modelo de regresión múltiple, mediante la letra  $M$ , se representan las puntuaciones originales para la variable mediadora, no los valores predichos a partir de las puntuaciones en  $X$ . Adviértase que si  $a_1 = c_1$ , realmente no existiría efecto de mediación. Resumiendo lo expuesto, el efecto total de  $X$  sobre  $Y$ , denotado mediante  $a_1$ , se puede descomponer en el efecto directo  $c_1$  y el efecto indirecto  $d_1$ . Adviértase también que  $a_1 = c_1 + a_1 - c_1$ , donde  $a_1 - c_1 = b_1 \times d_1$  corresponde al efecto de mediación.

Se han propuesto diferentes procedimientos para determinar si existe un efecto de mediación, pero este punto escapa a los objetivos de la presente práctica. Por esta razón solo se referirá el criterio defendido por (Baron y Kenny, 1986). Así, atendiendo a los modelos de regresión lineal anteriores, se espera que  $b_1$  y  $d_1$  sean estadísticamente significativos al realizar las pruebas de contraste en que la hipótesis nula establece la inexistencia de efecto. Por su parte, se esperaría que no se rechazara la hipótesis nula estadística que establece que  $c_1$  es igual a cero si solo existe efecto de mediación. Ahora bien, eso no ocurrirá con mucha frecuencia, pues es muy probable que otras variables mediadoras intermedien entre  $X$  e  $Y$ . En los tres contrastes estadísticos mencionados, es decir, para los parámetros  $b_1$ ,  $c_1$  y  $d_1$ , la hipótesis nula estadística se corresponde con la forma general  $H_0 : \beta_k = 0$ , lo cual se destaca para ilustrar la fuerte conexión entre el análisis de la mediación y los procedimientos propios del análisis de la regresión. De manera similar, también pueden tenerse en cuenta los valores de  $R^2$  en el análisis de la mediación con la finalidad de cuantificar el tamaño del efecto; en cualquier caso, existen diversos índices para cuantificar la fuerza de la asociación o tamaño del efecto, cada uno de ellos aportando información específica (véase MacKinnon, 2008).

Igual que es práctica habitual en los modelos de regresión lineal, es posible realizar una estimación por intervalo de los parámetros, o sea, construir intervalos de confianza cuando se lleva a cabo un análisis de la mediación. El interés de obtener los intervalos de confianza es que se considera el error en la estimación

y, por tanto, se dispone de un rango de valores verosímiles para el parámetro correspondiente al efecto de mediación. Para obtener cada intervalo de confianza será necesario determinar los límites inferior y superior, siendo preciso fijar el nivel de confianza,  $1 - \alpha$ , a priori. También se requiere determinar el error estándar para construir los intervalos de confianza que, aunque existen diversas expresiones, puede obtenerse por medio de la siguiente fórmula matemática:

$$EE(\hat{b}_1 \times \hat{d}_1) = \sqrt{\hat{b}_1^2 \times s_{d_1}^2 + \hat{d}_1^2 \times s_{b_1}^2}$$

En la anterior expresión  $EE()$  denota el error estándar, en este caso para el efecto de mediación;  $b_1$  y  $d_1$  con circunflejo representan las estimaciones de los efectos  $b_1$  y  $d_1$ ; y, por último,  $s$ , tanto para  $b_1$  como  $d_1$ , se refiere a la estimación del error estándar de esos parámetros, información que se obtiene del análisis de la regresión. Finalmente, el intervalo de confianza (i.e., los límites inferior y superior) para el efecto de mediación se obtiene por medio de

$$\hat{b}_1 \times \hat{d}_1 \pm z_{\alpha/2} \times EE(\hat{b}_1 \times \hat{d}_1)$$

También es muy frecuente utilizar el intervalo de confianza para verificar si existe o no efecto de mediación, proporcionándose una respuesta afirmativa solo si el intervalo no contiene el valor cero.

Respecto a los supuestos, cuando se realiza el análisis estadístico de la mediación se requieren las condiciones propias del análisis mediante modelos de regresión lineal. O sea, se asumen relaciones lineales entre las variables, que el modelo está correctamente especificado (i. e., no se han omitido variables relevantes), la homogeneidad de las variancias para todo el rango de valores, la independencia entre los errores y que los residuos se distribuyen según un modelo de distribución normal.

## Base de datos

Para llevar a cabo un análisis estadístico de la mediación se utilizará un ejemplo ficticio. El estudio supuestamente se llevó a cabo en un grupo de 30 estudiantes. Tomaremos como variable independiente el número de horas de asistencia a clases, ya sean éstas teóricas o prácticas, en una asignatura obligatoria de un grado universitario. Esta variable tenía un valor máximo de 60 horas y, por supuesto, un

mínimo de cero. Como variable dependiente se considerará el resultado obtenido en la supuesta prueba de conocimientos realizada al final del semestre, pudiéndose obtener una puntuación entre 0 y 55. Finalmente, se administró a los treinta estudiantes un cuestionario sobre la motivación hacia el aprendizaje de contenidos relacionados sobre los diferentes tópicos abordados en la asignatura, tomando valores esta medición de la variable mediadora entre 0 y 50. El objetivo principal del estudio es conocer si existe un efecto mediador de la motivación, a partir de las horas de asistencia a las clases, sobre el rendimiento académico. En la Tabla 32.1 se encuentra los datos correspondientes a la supuesta investigación.

Tabla 32.1: Para una muestra de treinta personas se dispone de las medidas en las variables *Horas de asistencia a clase*, *Motivación hacia la asignatura* y *Rendimiento académico en la prueba de conocimientos* que, respectivamente, corresponden a la variable independiente, una variable mediadora y, finalmente, la variable dependiente.

| ID | Asistencia | Motivación | Rendimiento |
|----|------------|------------|-------------|
| 1  | 43         | 20         | 25          |
| 2  | 51         | 30         | 45          |
| 3  | 50         | 50         | 55          |
| 4  | 51         | 48         | 55          |
| 5  | 51         | 40         | 55          |
| 6  | 42         | 20         | 25          |
| 7  | 50         | 40         | 45          |
| 8  | 49         | 30         | 55          |
| 9  | 52         | 30         | 45          |
| 10 | 51         | 20         | 35          |
| 11 | 51         | 30         | 45          |
| 12 | 44         | 10         | 20          |
| 13 | 47         | 40         | 25          |
| 14 | 51         | 30         | 45          |
| 15 | 51         | 30         | 25          |
| 16 | 50         | 20         | 45          |
| 17 | 50         | 30         | 35          |
| 18 | 49         | 40         | 45          |
| 19 | 49         | 30         | 42          |
| 20 | 50         | 20         | 35          |
| 21 | 41         | 10         | 15          |
| 22 | 44         | 20         | 35          |
| 23 | 45         | 20         | 30          |
| 24 | 46         | 20         | 15          |
| 25 | 51         | 40         | 35          |
| 26 | 48         | 20         | 15          |
| 27 | 52         | 40         | 35          |
| 28 | 49         | 30         | 42          |
| 29 | 50         | 30         | 42          |
| 30 | 48         | 30         | 25          |



## Desarrollo de la práctica

1. Elabore una representación gráfica del modelo.
2. Determine los coeficientes  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$  y  $d_1$ .
3. Para todos los anteriores coeficientes, tome una decisión sobre la hipótesis nula estadística que establece que su efecto es inexistente, o sea, que su efecto es igual a cero.
4. Realice una estimación por intervalo del efecto de mediación.
5. Finalmente, ¿existe un efecto de mediación? Considerando controlado el efecto de la mediación, ¿se halla efecto directo? En caso afirmativo, ¿ese efecto directo puede ser explicado por otras variables mediadoras?

## Para razonar y contestar

1. En primer lugar, elabore una representación gráfica en el cual se represente una variable independiente, otra dependiente y dos variables mediadoras. Para cada flecha denótese mediante una letra el correspondiente efecto de una variable sobre la otra y, adicionalmente, los distintos términos de error.
2. A continuación, propóngase un modelo psicológico que se corresponda con la representación gráfica del punto anterior.

## Capítulo 33

# Modelos de regresión no lineal I

### Introducción

La medición en psicología tiene sus orígenes en la psicofísica clásica fundada por Weber y Fechner a mediados del siglo XIX (véase [Aznar-Casanova, 2009](#)). El núcleo de la investigación psicofísica se resume en la operacionalización de la relación entre las características físicas de un determinado estímulo y la magnitud de la respuesta por parte del sujeto afectado por dicho estímulo. Dicho de otro modo, el estudio de las relaciones entre los estímulos físicos y las reacciones psicológicas que suscitan. Según el modelo planteado son objeto de estudio las relaciones que se establecen entre el plano físico y el psicológico (psicofísica externa) y entre los planos fisiológico y psicológico (psicofísica interna). Además, el interés primordial de la psicofísica clásica radicó en el estudio de los distintos umbrales perceptivos.

A este respecto, Weber (1795-1878) demostró que las personas somos más hábiles en la detección de cambios relativos y no tanto en la detección de cambios absolutos. A partir de sus experimentos concluyó que la razón entre la diferencia perceptible, esto es, el cambio respecto al estímulo de referencia que somos capaces de percibir ( $\Delta E$ ) y la intensidad del estímulo de referencia ( $E$ ) es un término constante ( $K$ ), también llamado *fracción de Weber*. Por lo tanto,  $K = \frac{\Delta E}{E}$ . Por ejemplo, supóngase que una persona está sujetando una pesa de 500 gramos en una mano y se le da otra pesa de mayor peso en la otra mano. ¿A partir de qué peso notará la diferencia? Supongamos que, en este caso, el incremento mínimo para que pueda ser percibido sea de 10 gramos, o sea, a partir de los 510 gramos la persona sería capaz de detectar el cambio de peso. Por lo tanto, la constante en este caso equivaldría a 0,02.

Basándose en la *fracción de Weber*, Fechner (1801-1877) elaboró la conocida

*ley de Fechner-Weber*. En este caso, diferencié entre *umbral absoluto*, esto es, la intensidad del estímulo necesaria para poder ser percibido y *umbral diferencial*, es decir, el incremento necesario para que se perciba el cambio entre dos magnitudes de un estímulo. Este último, es precisamente la unidad de medida de la escala subjetiva del sujeto, en otras palabras, la unidad de la escala psicológica. Asumí que los umbrales diferenciales eran equivalentes y que, por tanto, el incremento de la sensación podía calcularse a partir de la fracción de Weber:  $\Delta S = C \frac{\Delta E}{E}$ , donde  $C$  es una constante de proporcionalidad. A partir de esta expresión hallé la relación entre el estímulo y la sensación asociada al mismo, conocida como la *ley de Fechner*:  $S = K \log(E)$ . Es decir, la intensidad experimentada aumenta proporcionalmente al logaritmo del estímulo físico.

Posteriormente, Stevens, enunció la conocida *ley de Stevens* o *ley potencial* por la que se predice un cambio en la sensación equivalente a la variación en la intensidad del estímulo (Stevens, 1957). La expresión general es la siguiente:  $R = CE^r$ , donde  $R$  es la respuesta subjetiva del sujeto ante el estímulo,  $E$  es la intensidad del estímulo,  $r$  es la potencia que varía en función de la modalidad sensorial y  $C$  es una constante arbitraria que determina la unidad de medida de la escala. De lo anterior se deduce que ambas escalas crecen en escala logarítmica. Nótese, además, que tanto la ley de Weber como la ley de Fechner son casos particulares de la ley potencial (véase la Figura 33.1).

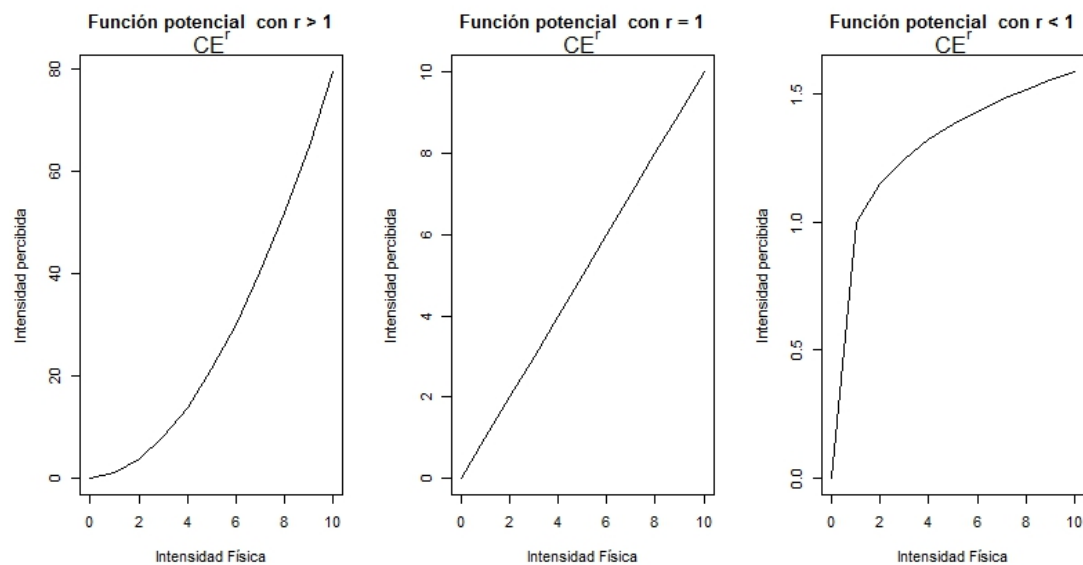


Figura 33.1: Función potencial según distintos valores de  $r$ . Nótese que cuando  $r > 1$  se trata de una función exponencial, cuando  $r = 1$  se corresponde con una función lineal y que en caso que  $r < 1$  estaríamos ante una función logarítmica.

En la presente práctica se va a proceder a representar unos datos mediante un modelo no lineal correspondiente a una expresión potencial de acuerdo a la ley de Stevens. Para ello se estimarán los coeficientes del modelo, se tomarán decisiones respecto a los mismos, se comprobará la validez predictiva del modelo y, por último, se realizarán predicciones.

## Base de datos

En un grupo de 30 personas se realizó el siguiente experimento:

- A cada participante se le pedía que tocara con una mano una pequeña placa metálica, la cual podía estar a distintas temperaturas.
- Tras ser expuesto al estímulo se le solicitaba que diera un valor aproximado de temperatura.
- La temperatura de la placa metálica varió en intervalos de 1 grado en el rango comprendido entre los 15 y los 55 grados centígrados. De esta forma se contó con 41 condiciones experimentales.
- Una vez recogida la información de todos los participantes se procedió a calcular las medias para cada condición.

La base de datos `stevens` disponible en el siguiente enlace: <https://www.dropbox.com/s/qb2b5aolzr81cb/stevens.RData>, contiene los promedios de las temperaturas subjetivas proporcionadas por los sujetos (variable `sensación`) para cada una de las condiciones experimentales relacionadas con la intensidad física del estímulo (variable `intensidad`). La base de datos incluye, además, la transformación logarítmica (base 10) de las anteriores variables, `logsens` y `logint`, respectivamente.

## Análisis estadístico

Para realizar la presente práctica el estudiante deberá llevar a cabo las siguientes tareas:

1. Cargar la base de datos `stevens` en la sesión de trabajo de R.
2. Realizar un diagrama de dispersión para las variables `sensación` e `intensidad`. Téngase en cuenta la disposición de las variables en los ejes del gráfico en base a la relación funcional que se desea modelar.

3. Una vez realizado el diagrama de dispersión, determinar el tipo de modelo adecuado para este caso.
4. Especificar el modelo de regresión no lineal que parece adecuado en vista del diagrama de dispersión.
5. Determinar si se trata de un modelo de regresión no lineal linealizable. En caso afirmativo, especificar la transformación matemática que permita expresar la relación lineal entre los parámetros del modelo.
6. Estimar los coeficientes del modelo a partir de los datos de la muestra y realizar la prueba de decisión estadística para cada uno de ellos.
7. Validar el modelo de regresión por medio de una prueba F indicando el valor del estadístico y su grado de significación. Determinar también la capacidad predictiva del modelo.
8. Determinar mediante el modelo obtenido la sensación térmica de una persona a la que se le hubiera expuesto al contacto con una pieza metálica a  $56^{\circ}$  C.

## Para razonar y contestar

Los estudiantes deberían reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

1. ¿Por qué es importante realizar un diagrama de dispersión antes de modelar la relación funcional entre la sensación y la intensidad del estímulo?
2. ¿Resulta adecuada la ley de Stevens para explicar la relación entre intensidad psicológica e intensidad física?

# Capítulo 34

## Modelos de regresión no lineal II

### Introducción

En algunas ocasiones el modelo de regresión lineal no es adecuado para modelar la relación entre 2 o más variables. En estas ocasiones puede ser de interés utilizar modelos no lineales.

Existen 2 tipos de modelos no lineales: los modelos no lineales linealizables (intrínsecamente lineales) y los modelos no lineales no linealizables (intrínsecamente no lineales). En el primer tipo, se conoce una transformación que permite expresar la relación entre los parámetros del modelo de forma lineal. Esta transformación no se conoce para el segundo tipo.

En la presente práctica se va a proceder a ajustar unos datos a un modelo no lineal. Para ello se estimarán los coeficientes del modelo, se tomarán decisiones respecto a los mismos, se comprobará la validez predictiva del modelo y, por último, se realizarán predicciones.

### Base de datos

Supongamos que un investigador del ámbito del aprendizaje animal está interesado en estudiar la relación entre el número de ensayos y el lapso de tiempo promedio (medido en segundos) entre sucesivas pulsaciones de una palanca por parte de 5 ratas en una caja de Skinner:

- Se registraba el lapso de tiempo promedio entre pulsaciones de la palanca por parte de las ratas en función del número de ensayos.

- Una vez recogida la información de todos los animales se procedió a calcular las medias para cada condición (número de ensayos).

La base de datos `pulsaPalanca` disponible en el siguiente enlace: <https://www.dropbox.com/s/84dysw8r42m6soi/pulsaPalanca.RData>, contiene los promedios de los lapsos de tiempo por parte de los animales (variable `lapso`), el número de ensayos realizados (variable `ensayo`) y el logaritmo natural de los lapsos de tiempo (variable `lnlapso`).

## Análisis estadístico

Para realizar la presente práctica el estudiante deberá llevar a cabo las siguientes tareas:

1. Cargar la base de datos `pulsaPalanca` en la sesión de trabajo de R.
2. Realizar un diagrama de dispersión para las variables `ensayo` y `lapso`. Téngase en cuenta la disposición de las variables en los ejes del gráfico en base a la relación funcional que se desea modelar.
3. Una vez realizado el diagrama de dispersión, determinar el tipo de modelo adecuado para este caso.
4. Especificar el modelo de regresión no lineal que parece adecuado en vista del diagrama de dispersión.
5. Determinar si se trata de un modelo de regresión no lineal linealizable. En caso afirmativo, especificar la transformación matemática que permita expresar la relación lineal entre los parámetros del modelo.
6. Estimar los coeficientes del modelo a partir de los datos de la muestra y realizar la prueba de decisión estadística para cada uno de ellos.
7. Validar el modelo de regresión por medio de una prueba F indicando el valor del estadístico y su grado de significación. Determinar también la capacidad predictiva del modelo.
8. Determinar mediante el modelo la variable “lapso entre 2 pulsaciones” tras realizar 10 ensayos.

## Para razonar y contestar

Los estudiantes deberían reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

1. ¿Por qué es importante realizar un diagrama de dispersión antes de modelar la relación funcional entre el número de ensayos y el lapso entre pulsaciones?
2. ¿Resulta adecuado el modelo de regresión no lineal obtenido para este estudio de aprendizaje animal?



---

## Comentarios finales

A modo de conclusión de este documento, nos gustaría compartir nuestras ideas sobre la metodología y la estadística. Esperamos que el lector haya podido entrever y aceptar la idea de que los estudios científicos son útiles como una manera objetiva, fiable y válida de recoger información empírica sobre los fenómenos de interés, pero que también son imperfectos. Dos de los aspectos que contribuyen a la validez de las conclusiones a las que se llega son la manera en la que los datos se recogen y analizan. No obstante, estas dos fases del proceso de investigación pueden también constituir los principales problemas que socavan la credibilidad científica de la información o de las interpretaciones presentadas en el informe de un estudio. Por lo tanto, consideramos que el mayor conocimiento teórico y práctico sobre los temas metodológicos y estadísticos es un recurso valioso que permite que cada estudiante, profesional o investigador sea un evaluador crítico de informes y un investigador hábil y consciente de las limitaciones de sus métodos.

Habitualmente el análisis estadístico se considera como una de las partes menos atractivas y más tediosas del proceso de investigación. Nos satisfaría si las prácticas incluidas en las Secciones 4, 5 y 6 hubieran contribuido a mostrar que la estadística no es el problema, ya que puede ser entendida y aplicada correctamente con una formación moderada (especialmente si esta formación incluye modelos de probabilidad, como los ilustrados en el Bloque 3). Sin embargo, también confiamos en que el lector haya comprendido que la estadística tampoco es la solución, dado que el procedimiento de recogida de datos (i.e., muestreo, definición y asignación de individuos a las diferentes condiciones, los instrumentos utilizados, el contexto de aplicación de los instrumentos) es el aspecto que críticamente determina a la investigación. El Bloque 2 ha ilustrado solo las técnicas más comunes de recogida de datos, pero el tema del diseño del estudio requiere más atención. Finalmente, el informe de una investigación puede ser tanto una respuesta adecuada a las limitaciones del estudio como un catalizador de problemas futuros. En este sentido, el Bloque 1 se creó para mostrar que los estudios requieren unas bases sólidas, construidas sobre el conocimiento científico del que se dispone, tal y como éste se resume en los artículos y libros revisados por expertos previamente a su publicación. Al mismo tiempo, la descripción de un estudio realizado requiere reflejar de forma honesta todo el proceso. Por lo tanto, el informe puede utilizarse para

dejar claros y explícitos de los puntos fuertes de un estudio y, sobre todo, sus limitaciones con la finalidad de permitir al lector entender el alcance de las conclusiones. Al mismo tiempo, el informe puede redundar en los puntos débiles a nivel metodológico y estadístico si no informa de forma completa al lector del proceso de recogida de datos o del significado concreto y exacto de los valores numéricos proporcionados por las técnicas estadísticas.

Esperamos que las prácticas incluidas en este documento y el resto de las lecturas que se pueden hacer sobre estos temas sirvan para evitar los problemas en la eterna búsqueda de respuestas y soluciones.

---

## Referencias

- American Psychological Association. (2009). *Publication manual of the American Psychological Association* (6th ed.). Washington DC: Autor.
- Anscombe, F. J. (1973). Graphs in statistical analysis. *The American Statistician*, *27*(1), 17–21.
- Ato, M., y Vallejo, G. (2007). *Diseños experimentales en psicología*. Madrid: Pirámide.
- Aznar-Casanova, J. A. (2009). *Introducción a la psicofísica*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, *84*(2), 191–215. doi: 10.1037/0033-295X.84.2.191
- Baron, R. M., y Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *51*(6), 1173–1182. doi: 10.1037/0022-3514.51.6.1173
- Batagelj, V., y Mrvar, A. (2004). Pajek – analysis and visualization of large networks. En M. Jünger y P. Mutzel (Eds.), *Graph drawing software* (pp. 77–103). Berlin Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-18638-7\_4
- Beck, A., y Alford, B. A. (2009). *Depression: Causes and treatment* (2nd ed.). Baltimore MD: University of Pennsylvania Press.
- Beck, A., Steer, R. A., y Brown, G. K. (1996). *BDI-II, Beck depression inventory: Manual*. San Antonio TX: Psychological Corp.
- Byrne, D. E. (1971). *The attraction paradigm*. New York NY: Academic Press.
- Charmaz, K. (2011). A constructivist Grounded Theory analysis of losing and regaining a valued self. En F. W. Wertz, K. Charmaz, L. M. McMullen, R. Josselson, R. Anderson, y E. McSpadden (Eds.), *Five ways of doing qualitative analysis: Phenomenological psychology, grounded theory, discourse analysis, narrative research, and intuitive inquiry* (pp. 165–204). London UK: Guilford Press.

- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, *112*(1), 155–159. doi: 10.1037/0033-2909.112.1.155
- Cohen, J. (1994). The earth is round ( $p < .05$ ). *American Psychologist*, *49*(12), 997–1003. doi: 10.1037/0003-066X.49.12.997
- Cortina, J. M., y Landis, R. S. (2010). The Earth Is Not Round ( $p = .00$ ). *Organizational Research Methods*, *14*(2), 332–349. doi: 10.1177/1094428110391542
- Costa, R., y McCrae, P. (2008). *Manual NEO PI-R* (3a ed.). Madrid: TEA.
- Crawford, J. R., y Garthwaite, P. H. (2012). Single-case research in neuropsychology: a comparison of five forms of t-test for comparing a case to controls. *Cortex*, *48*(8), 1009–16. doi: 10.1016/j.cortex.2011.06.021
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., y Porter, S. (2010). Point and interval estimates of effect sizes for the case-controls design in neuropsychology: rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards. *Cognitive neuropsychology*, *27*(3), 245–60. doi: 10.1080/02643294.2010.513967
- Crawford, J. R., y Howell, D. C. (1998). Comparing an Individual's Test Score Against Norms Derived from Small Samples. *The Clinical Neuropsychologist*, *12*(4), 482–486. doi: 10.1076/clin.12.4.482.7241
- Eisenhauer, J. G. (2008). Degrees of freedom. *Teaching Statistics*, *30*(3), 75–78. doi: 10.1111/j.1467-9639.2008.00324.x
- Eysenck, M. W. (1982). *Attention and arousal. cognition and performance*. Berlin: Springer-Verlag.
- Finney, S. J., y Schraw, G. (2003). Self-efficacy beliefs in college statistics courses. *Contemporary Educational Psychology*, *28*(2), 161–186. doi: 10.1016/S0361-476X(02)00015-2
- Fox, J. (2013). RcmdrPlugin.TeachingDemos: Rcmdr Teaching Demos Plug-In [Manual de software informático]. Descargado de <http://CRAN.R-project.org/package=RcmdrPlugin.TeachingDemos> (R package version 1.0-7)
- Fox, J., y Weisberg, S. (2011). *An R companion to applied regression* (2nd ed.). Thousand Oaks CA: Sage.
- Grissom, R. J. (1994). Probability of the superior outcome of one treatment over another. *Journal of Applied Psychology*, *79*(2), 314–316. doi: 10.1037/0021-9010.79.2.314
- Grissom, R. J., y Kim, J. J. (2001). Review of assumptions and problems in the appropriate conceptualization of effect size. *Psychological Methods*, *6*(2), 135–146. doi: 10.1037/1082-989X.6.2.135

- Guerrero, C., Ávila, R., y Miranda, P. (2008). La correlación entre creencias mágicas y variables sociodemográficas. *Psicología y Ciencia Social*, 10(1-2), 5–15.
- Guilera, G., Pino, O., Gómez-Benito, J., Rojo, J. E., Vieta, E., Tabarés-Seisdedos, R., . . . Rejas, J. (2009). Clinical usefulness of the screen for cognitive impairment in psychiatry (SCIP-S) scale in patients with type I bipolar disorder. *Health and quality of life outcomes*, 7(1), 28. doi: 10.1186/1477-7525-7-28
- Han, K., Weed, N. C., y Butcher, J. N. (2003). Dyadic agreement on the MMPI-2. *Personality and Individual Differences*, 35(3), 603–615. doi: 10.1016/S0191-8869(02)00222-2
- Harrison, D. A., y Klein, K. J. (2007). What's the difference? Diversity constructs as separation, variety, or disparity in organizations. *The Academy of Management Review*, 32(4), 1199–1228. doi: 10.2307/20159363
- Judd, C. M., Kenny, D. A., y McClelland, G. H. (2001). Estimating and testing mediation and moderation in within-subject designs. *Psychological Methods*, 6(2), 115–134. doi: 10.1037/1082-989X.6.2.115
- Kendall, M. G., y Babington-Smith, B. (1939). The Problem of  $m$  Rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, 10(3), 275–287. doi: 10.1214/aoms/1177732186
- Lazarus, A. A. (1973). On assertive behavior: A brief note. *Behavior Therapy*, 4(5), 697–699. doi: 10.1016/S0005-7894(73)80161-3
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to Statistical Mediation Analysis*. New York NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- McGrath, R. E., y Meyer, G. J. (2006). When effect sizes disagree: the case of  $r$  and  $d$ . *Psychological methods*, 11(4), 386–401. doi: 10.1037/1082-989X.11.4.386
- McGraw, K. O., y Wong, S. P. (1992). A common language effect size statistic. *Psychological Bulletin*, 111(2), 361–365. doi: 10.1037/0033-2909.111.2.361
- McMullen, L. M. (2011). A discursive analysis of Teresa's protocol. En F. W. Wertz, K. Charmaz, L. M. McMullen, R. Josselson, R. Anderson, y E. McSpadden (Eds.), *Five ways of doing qualitative analysis: Phenomenological psychology, grounded theory, discourse analysis, narrative research, and intuitive inquiry* (pp. 205–223). London UK: Guilford Press.
- Micceri, T. (1989). The unicorn, the normal curve, and other improbable creatures. *Psychological Bulletin*, 105(1), 156–166. doi: 10.1037/0033-2909.105.1.156

- Parker, R. I., Brossart, D. F., Vannest, K. J., Long, J. R., De-Alba, R. G., Baugh, F. G., y Sullivan, J. R. (2005). Effect Sizes in Single Case Research: How Large is Large? *School Psychology Review*, *34*, 116–132.
- Peró, M., Leiva, D., Guàrdia, J., y Solanas, A. (Eds.). (2012). *Estadística aplicada a las ciencias sociales mediante R y R-commander*. Madrid: Ibergarceta Publicaciones.
- Peró, M., Leiva, D., Solanas, A., y Guàrdia, J. (2014). RcmdrPlugin.EACSPIR: Plugin de R-Commander para el manual EACSPIR [Manual de software informático]. Descargado de <http://cran.r-project.org/web/packages/RcmdrPlugin.EACSPIR> (R package version 0.2-1)
- Pino, O., Guilera, G., Gómez, J., Rojo, J. E., Vallejo, J., y Purdon, S. E. (2006). Escala breve para evaluar el deterioro cognitivo en pacientes psiquiátricos. *Psicothema*, *18*, 447–452.
- Purdon, S. E. (2005). *The Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry (SCIP): Instructions and three alternate forms*. Edmonton AB: PNL Inc.
- Reyes-García, V., Godoy, R. A., Vadez, V., Ruíz-Mallén, I., Huanca, T., Leonard, W. R., ... Tanner, S. (2009). The Pay-Offs to Sociability. *Human Nature*, *20*(4), 431–446. doi: 10.1007/s12110-009-9073-5
- Rodríguez, J., y Agulló, E. (1999). Estilos de vida, cultura, ocio y tiempo libre de los estudiantes universitarios. *Psicothema*, *11*, 245–259.
- Rojo, E., Pino, O., Guilera, G., Gómez-Benito, J., Purdon, S. E., Crespo-Facorro, B., ... Rejas, J. (2010). Neurocognitive diagnosis and cut-off scores of the Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry (SCIP-S). *Schizophrenia research*, *116*(2-3), 243–51. doi: 10.1016/j.schres.2009.08.005
- Rosenthal, R. (1978). Combining results of independent studies. *Psychological Bulletin*, *85*(1), 185–193. doi: 10.1037/0033-2909.85.1.185
- Rosnow, R. L., y Rosenthal, R. (2009). Effect Sizes. *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology*, *217*(1), 6–14. doi: 10.1027/0044-3409.217.1.6
- Ruscio, J. (2008). A probability-based measure of effect size: robustness to base rates and other factors. *Psychological methods*, *13*(1), 19–30. doi: 10.1037/1082-989X.13.1.19
- Sanz, J., y García-Vera, M. P. (2009). Nuevos Baremos para la Adaptación Española del Inventario de Personalidad NEO Revisado (NEO PI-R): Fiabilidad y Datos Normativos en Voluntarios de la Población General. *Clínica y Salud*, *20*, 131 - 144.

- Sheskin, D. J. (2004). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (3rd ed.). Boca Raton FL: Chapman & Hall/CRC.
- Smith, J. D. (2012). Single-case experimental designs: a systematic review of published research and current standards. *Psychological methods*, 17(4), 510–50. doi: 10.1037/a0029312
- Stanton, J. (2001). Galton, pearson, and the peas: A brief history of linear regression for statistics instructors. *Journal of Statistics Education*, 9.
- Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychological Review*, 64(3), 153–181. doi: 10.1037/h0046162
- Stigler, S. (1986). *The history of statistics*. Cambridge MA: Belknap Press of Harvard Univ. Press.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. doi: 10.1037/h0054651
- Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire CT: Graphics Press.
- Wertz, F. W., Charmaz, K., McMullen, L. M., Josselson, R., Anderson, R., y McSpadden, E. (2011). *Five ways of doing qualitative analysis: Phenomenological psychology, grounded theory, discourse analysis, narrative research, and intuitive inquiry*. London UK: Guilford Press.
- WHOQOL Group. (1998). Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF Quality of Life Assessment. *Psychological Medicine*, 28(3), 551–558. doi: 10.1017/S0033291798006667
- Wilkinson, L. (1999). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*, 54(8), 594–604. doi: 10.1037/0003-066X.54.8.594
- Wiseman, R., y Watt, C. (2004). Measuring superstitious belief: why lucky charms matter. *Personality and Individual Differences*, 37(8), 1533–1541. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2004.02.009>
- Wright, D. B., y London, K. (2009). *Modern regression techniques using R. A practical Guide for students and researchers*. London UK: SAGE.
- Yerkes, R. M., y Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459–482. doi: 10.1002/cne.920180503

# Índice analítico

## A

Afinidad, 36, 40, 41, 50

Análisis

de la mediación, 223–227

de la regresión, 171, 176, 177,  
179, 184, 185, 188, 189, 194,  
214, 226, 227

de la variancia, 159, 161, 162,  
167, 182

APA, 11, 18, 19

Arcos, 37

## B

Bases de datos, 16, 18, 20

ERIC, 16

PsycArticles, 16

PsycInfo, 16

## C

Categorización, 25, 101, 102

Centralidad de una red, 35, 39–41

Coefficiente

de apuntamiento, 55, 76, 136

de asimetría, 55, 76, 77, 110, 136

de asociación, 99

de concentración de Gini, 84, 87

de concordancia de Kendall  $W$ ,  
198, 212

de correlación biserial puntual,  
171, 176, 179, 181, 182

de correlación de Pearson, 94, 96,  
111, 115, 154, 157, 158, 196,  
215

de correlación por rangos de

Spearman, 111, 154, 157, 198

de determinación, 182, 191, 194,  
220–222

de variación, 84, 87

del modelo, 215, 217, 229

$\Delta$  de Glass, 175, 179, 197

eta-cuadrado  $\eta^2$ , 182, 184, 185,  
187–189

omega-cuadrado  $\omega^2$ , 182, 184,  
185, 187, 188

$\phi$  de Pearson, 191

$\phi^2$  de Pearson, 191

$\tau$ (s) de Kendall, 94, 198, 206, 208

V de Cramér, 139, 191

Contrabalanceo, 43

Control estadístico de procesos, 120,  
123

Cuadrados medios, 183

Cuestionario, 110

de creencias, 137

de personalidad, 69, 134

tiempo libre, 160

## D

Densidad de una red, 35, 39, 41

Diagrama

de caja(s), 174, 178, 184, 186,  
187, 189, 203, 206, 211



- de dispersión, 92, 152, 154, 157, 180, 193, 207, 209, 218, 220, 232, 233, 235, 236
- Digrafos valorados, 36
- Diseño
  - de 2 grupos al azar, 141
  - de caso único, 168
  - de medidas repetidas, 43
  - factorial mixto, 142
- Distribución(es)
  - asimétrica, 150, 151
  - binomial, 56, 63, 64, 119
  - bivariante, 149, 216, 217
  - de frecuencias, 52, 76
  - empírica, 60, 65, 69, 119
  - muestral, 55, 115–119, 128, 150, 151
  - normal, 61, 64–67, 69, 70, 79, 111, 116, 117, 119, 123, 136, 227
  - simétrica, 117
  - t, 55, 67–69, 71, 74, 196
  - uniforme, 83, 84
- E**
- Efecto
  - asimétrico, 223
  - de confusión, 224
  - de covariancia, 224
  - de deseabilidad social, 134
  - de interacción, 161
  - de mediación, 224–227, 229
  - de orden, 44
  - moderador, 224
  - principal, 161
  - recíproco, 223
  - Stroop, 43, 46, 51, 53, 79, 92, 93
- Encuesta, 32, 78, 80
- Enfoque
  - émico, 26, 27, 101
  - ético, 26, 27
- Entrevista, 49, 77, 79, 100, 101, 110
- Error
  - de estimación, 226
  - del modelo, 225
  - estándar, 70, 86, 116, 118, 129, 150, 151, 220, 227
  - tipo I, 150, 151
  - tipo II, 150, 151
- Escala
  - analógica visual, 33
  - de medida, 13, 23
  - graduada, 40, 87
  - intervalo/razón, 51
  - Likert, 33
  - nominal, 76
  - ordinal, 84
- Estadístico, 76, 77, 81, 90, 94, 150, 151
- Estimación
  - por intervalo, 115, 226, 229
  - puntual, 68, 215, 220
- Estudio
  - caso-control, 67, 70
  - demográfico, 82
  - empírico, 83
  - experimental, 43
  - piloto, 32, 33
- F**
- Frecuencias
  - absolutas, 76
  - esperadas, 91, 139
  - observadas, 91
- Función
  - de masa de probabilidad, 64
  - exponencial, 231
  - inversa, 167
  - lineal, 231
  - logaritmo natural, 86
  - polinómica, 219
  - potencia, 231
- Funcion
  - de distribución, 167
- G**

Gráfico de control, 120  
 para atributos, 121, 122, 124  
 para variables, 121, 123, 126  
 Grados de libertad, 68, 161, 167, 183

## I

### Índice(s)

covariancia, 194  
*d* de Cohen, 174, 175, 178, 179,  
 181, 196, 197  
 de Blau, 83, 84, 87  
 de dispersión, 135  
 de diversidad, 86  
 de forma, 78  
 de posición, 78  
 de Teachman, 83, 84, 87  
 de tendencia central, 110, 150,  
 151  
 del tamaño del efecto, 165, 182,  
 190, 196  
 desviación estándar, 68, 71, 81,  
 87, 111, 116, 121, 125, 126,  
 129, 136, 150, 151, 175, 181,  
 194, 197  
 distancia Euclídea promedio, 84,  
 87  
 F, 161, 167  
 máximo, 86  
 mínimo, 86  
 media, 71–73, 110, 111, 116–119,  
 123, 125, 126, 128–131, 133,  
 136, 144, 150, 151, 173, 182,  
 196, 200, 215  
 mediana, 110, 150, 151  
 moda, 110, 150, 151  
 odds, 78, 91, 92, 192  
 odds ratio, 91, 92, 192, 193  
 percentil, 69  
 probabilidad de superioridad *PS*,  
 197, 204–206  
*t*, 68, 69, 115  
 variancia, 68, 112

### Intervalo

de confianza, 70, 128–131, 133,  
 144, 166, 226, 227  
 de probabilidad, 120, 122, 125  
 de tolerancia, 120, 121, 123

## K

K-núcleo, 39–41

## L

Límite de control, 121, 123  
 inferior, 124, 127  
 superior, 124, 127

## M

### Método

científico, 12, 16, 112  
 de mínimos cuadrados, 218

### Matriz

de afinidad, 36  
 de correlaciones, 99, 179  
 de datos, 50, 51, 79, 99, 143, 169,  
 199, 200  
 de variancias-covariancias, 99  
 sociométrica, 39

### Metodología

cualitativa, 76, 100  
 cuantitativa, 76  
 experimental, 23, 56  
 selectiva/correlacional, 23

### Modelo

de los 5 Grandes, 97, 98, 134, 158  
 de probabilidad, 55, 57, 58, 64,  
 65, 67, 115, 167  
 de regresión lineal, 214–218  
 múltiple, 216, 217, 226  
 simple, 152, 215–217, 220, 224,  
 225  
 de regresión no lineal, 233, 235,  
 236  
 linealizable, 233–235  
 no linealizable, 234

- de regresión polinómica, 220, 221
- de similitud-atracción, 82, 96, 97, 99
- estadístico, 63, 69
- físico, 61
- Momento, 55
  - de cuarto orden, 55, 136
  - de primer orden, 55
  - de segundo orden, 55
  - de tercer orden, 55, 136
- Muestreo, 23, 27, 42, 115, 130
  - aleatorio, 166
  - de momentos, 26
  - sin reposición, 44, 143
- N**
- Nivel de confianza, 130, 227
- Nodo, 36–39, 41
- O**
- Observación, 23–27, 30, 79, 111
  - participante, 100, 110
- P**
- P valor, 131, 168
- Palabras clave, 17
- Parámetro, 63, 68, 115, 116, 121, 128–132, 142, 144, 150, 151, 220, 222, 226, 227, 233–235
- Pearson, K., 215
- Preguntas
  - abiertas, 30
  - de opción múltiple, 30
  - de valoración, 30
- Prueba(s)
  - $F$  de Fisher-Snedecor, 217, 233, 235
  - $\chi^2$  de Friedman, 200, 201, 210, 212
  - $t$  de Student, 141, 142, 173, 196
  - de conformidad, 134–136
  - de diagnóstico del modelo, 217
  - de independencia  $\chi^2$ , 139, 190, 196
  - de Shapiro-Wilk, 221
  - de significación, 115, 165, 166, 168, 173, 178, 180, 181, 196
  - no paramétricas, 147, 196, 205
  - paramétricas, 148, 149, 165
  - U de Mann-Whitney, 198, 203, 205, 206
- Q**
- Quincunx, 61–65
- R**
- Reactividad, 26, 27
- Redes sociales, 23, 35, 50, 52, 110
- Referencias bibliográficas, 13, 17–20
- Registro
  - descriptivo, 25–27
  - hoja de, 58
  - narrativo, 25
  - técnicas de, 77, 90
- Remuestreo, 115
- S**
- Sistema
  - de categorías, 25, 49, 102, 103
  - de diagnóstico, 111
- Software
  - Dissoecs\_ES, 72, 74
  - Excel, 98, 128, 131, 144, 148, 153, 157, 169, 220
  - Java, 62
  - Pajek, 36–39
  - R, 44, 62, 143, 153, 169, 204, 205, 210, 221, 232, 235
  - R-Commander, 51, 52, 64–66, 71, 74, 77, 78, 90, 91, 98, 117, 136, 144, 145, 149, 153, 154, 157, 161, 169, 171, 173, 177, 180, 181, 183, 205, 211, 216, 220

- RcmdrPlugin.EACSPIR, 205, 208  
RcmdrPlugin.TeachingDemos, 116–118  
Singlims\_ES, 71, 72, 74  
SPSS, 51  
Suma de cuadrados, 161, 182, 183
- T**
- Tabla  
de contingencia, 50, 91, 139, 190, 191, 206  
de interacción, 139, 140  
del AVAR, 161
- Teorema  
central del límite, 64, 117, 118  
de Moivre-Laplace, 119
- Tests y escalas  
CSSE, 147–151  
NEO PI-R, 134, 155, 156  
NEO-FFI, 69, 97, 98, 129, 134, 135, 157, 158  
SCIP-S, 71, 73, 74
- SELS, 148  
VFT, 71, 73  
VLT-I, 71–73  
Triangulación, 100
- V**
- Vía  
deductiva, 48  
inductiva, 48
- Validez, 12, 17  
ecológica, 23  
externa, 13, 23, 48  
interna, 13, 23  
predictiva, 232, 234
- Valor nominal, 121–124, 126, 127
- Variable, 12, 13  
aleatoria, 58, 63, 65  
de confundido, 169, 224  
dependiente, 141, 224  
independiente, 141, 224  
mediadora, 223–226  
tipos de, 13

# Índice de autores

- Ávila, 137
- Agulló, 160  
Alford, 169  
Anscombe, 153, 154  
APA, 11, 18, 19  
Ato, 142  
Aznar-Casanova, 230
- Babington-Smith, 198  
Bandura, 147  
Baron, 226  
Batagelj, 36  
Beck, 131, 168, 169, 216  
Brown, 131, 168, 216  
Butcher, 96  
Byrne, 82, 96
- Charmaz, 102  
Cohen, 146, 165, 168, 175  
Cortina, 168  
Costa, 69, 97, 98, 129, 134, 155–157  
Crawford, 68, 70, 74
- Dodson, 125, 219
- Eisenhauer, 68  
Eysenck, 219
- Finney, 147  
Fox, 116, 216
- Garcia-Vera, 134, 135  
Garthwaite, 68, 70, 74  
Grissom, 195, 197
- Guàrdia, 205, 208  
Guerrero, 137  
Guilera, 70–72
- Han, 96  
Harrison, 83  
Howell, 68
- Judd, 224
- Kendall, 198  
Kenny, 224, 226  
Kim, 195, 197  
Klein, 83
- Landis, 168  
Lazarus, 24  
Leiva, 205, 208  
London, 215
- MacGrath, 168, 176  
MacKinnon, 226  
McClelland, 224  
McCrae, 69, 97, 98, 129, 134, 155–157  
McGraw, 197  
McMullen, 102  
Meyer, 168, 176  
Micceri, 64  
Miranda, 137  
Mrvar, 36
- Parker, 168  
Peró, 205, 208  
Pino, 70, 71

---

Porter, 68, 70, 74  
Purdon, 70  
Reyes-García, 201  
Rodríguez, 160  
Rojo, 70  
Roshental, 168  
Rosnow, 168  
Ruscio, 168, 176, 197  
Sanz, 134, 135  
Schraw, 147  
Sheskin, 198  
Smith, 168  
Solanas, 205, 208  
Stanton, 215  
Steer, 131, 168, 216  
Stevens, 231  
Stigler, 61  
Stroop, 43  
Tufte, 153  
Watt, 137  
Weed, 96  
Weisberg, 216  
Wertz, 102  
WHOQOL, 201  
Wilkinson, 166  
Wiseman, 137  
Wong, 197  
Wright, 215  
Yerkes, 125, 219