

*Técnicas e instrumentos
para la recogida
de información*

JUAN ANTONIO GIL PASCUAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del Copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

© *Universidad Nacional de Educación a Distancia
Madrid 2016*

www.uned.es/publicaciones

© *Juan Antonio Gil Pascual*

ISBN electrónico: 978-84-362-7128-7

Edición digital: junio de 2016

ÍNDICE

Capítulo 1. LA MEDIDA EN EDUCACIÓN

1. Introducción
2. La medida en Educación
 - 2.1. La medición y las técnicas estadísticas
3. Técnicas de recogida de datos
4. La informática y las técnicas de recogida de información
- Anexo: breve manual de R
5. Entorno de trabajo y carga de módulos de R
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Paquetes
 - 5.3. Documentación
 - 5.4. Ayuda y comentarios
6. El R como calculadora
7. Estructuras de datos en R: vectores, factores, matrices y arrays, listas y data frames
 - 7.1. Objetos en R
 - 7.2. Vectores
 - 7.3. Matrices
8. Lectura y escritura de datos
 - 8.1. Lectura de datos
 - 8.1.1. De un fichero
 - 8.1.2. La función scan()
 - 8.1.3. Leer datos de librerías
 - 8.1.4. Acceder a datos de una biblioteca
 - 8.2. Exportar datos
 - 8.3. Guardar y leer datos
9. Graficos
 - 9.1. Introducción
10. Estructura de programación y funciones
 - 10.1. Definición de función
 - 10.2. Control de ejecución

11. La exploración de datos: estadísticos y funciones de distribución de probabilidad
 - 11.1. La exploración de los datos
 - 11.2. Distribuciones de probabilidad
 - 11.3. Funciones para estadísticas simples
12. Diversos contrastes estadísticos

Bibliografía

Capítulo 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

1. Características técnicas de los instrumentos de medida
2. Teoría clásica de los test (TCT)
 - 2.1. Dificultad
 - 2.2. Discriminación
 - 2.3. Análisis de distractores
 - 2.4. Índice de fiabilidad
 - 2.5. Validez
 - 2.6. Dimensionalidad
3. Teoría de respuesta al ítem (TRI)
 - 3.1. Supuestos
 - 3.2. Modelos
 - 3.3. Curva característica del test
 - 3.4. Funciones de información
 - 3.4.1. Ponderación óptima de los ítems
4. Aplicaciones de la TRI
5. Un ejemplo de cálculo de las características técnicas de un test

Bibliografía

Capítulo 3. LA OBSERVACIÓN

1. La observación
2. El observador
3. Tipos de observación
4. Unidades de observación
5. El proceso de observar
6. Técnicas para el registro de los datos de observación
 - 6.1. Lista de control
 - 6.2. Registro anecdótico

- 6.3. Sistemas de rasgos
- 6.4. Escalas de estimación o apreciación
- 6.5. Sistemas de categorías
- 7. Unidades de medida
- 8. Análisis de validez y fiabilidad
 - 8.1. Fiabilidad como acuerdo entre observadores (fiabilidad inter-observadores)
 - 8.2. Fiabilidad entre observaciones
- 9. Análisis de datos
- 10. Un ejemplo de observación en la práctica docente

Bibliografía

Capítulo 4. TEST Y PRUEBAS OBJETIVAS

- 1. Introducción
- 2. Test
- 3. Pruebas objetivas
- 4. Construcción de las pruebas
 - 4.1. Objetivos de los test o pruebas
 - 4.2. Especificación de la prueba
 - 4.3. Confección de la prueba
 - 4.3.1. Confección de los ítems
 - 4.3.2. Confección de la prueba
- 5. Aplicación de la prueba
- 6. Puntuación de la prueba
 - 6.1. Puntuaciones de los ítems
 - 6.2. Puntuación de la prueba
- 7. Interpretación de las puntuaciones de la prueba
- 8. Clasificación de los test

Bibliografía

Capítulo 5. TÉCNICAS DE ENCUESTAS

- 1. Introducción
- 2. Tipo de encuestas
 - 2.1. La encuesta personal
 - 2.2. La encuesta telefónica
 - 2.3. La encuesta postal
 - 2.4. Las encuestas por ordenador y on-line

3. Criterios en la selección del tipo de encuesta
4. Proceso de una encuesta
 - 4.1. Diseño de cuestionarios
 - 4.1.1. Reglas para la formulación de preguntas
 - 4.1.2. Tipos de preguntas
 - 4.1.3. Estructura del cuestionario
 - 4.1.4. La codificación en el cuestionario
 - 4.1.5. Estudio de las características técnicas
 - 4.1.6. Comprobación y prueba del cuestionario. Pretest
 - 4.2. Diseños muestrales
 - 4.2.1. Selección de la muestra
 - 4.3. El trabajo de campo
 - 4.3.1. Introducción
 - 4.3.2. Recomendaciones en el proceso de la entrevista
 - 4.3.3. Armonía entre el entrevistador y el encuestado
 - 4.3.4. Formulación de las preguntas
 - 4.3.5. Registro de respuesta
 - 4.3.6. Falseamiento de las encuestas
 - 4.3.7. Control del trabajo de campo
 - 4.4. El análisis estadístico
 - 4.4.1. Tratamiento y análisis de la información
 - 4.5. El informe de resultados
 - 4.6. Ayudas informáticas para el tratamiento de encuestas
 - 4.6.1. Programas
 - 4.7. Conclusiones
5. Un ejemplo de encuesta

Bibliografía

Capítulo 6. LA ENTREVISTA

1. Introducción
2. Características de la entrevista
3. Fases de una entrevista
4. Tipos de entrevista
 - 4.1. La entrevista estructurada
 - 4.2. Entrevista no estructurada
 - 4.3. Entrevista de grupo o grupal
5. Análisis de datos

- 5.1. Tamaño de la muestra
- 6. Un ejemplo de entrevista

Bibliografía

Capítulo 7. LAS ESCALAS

- 1. Las escalas
- 2. Escalas de actitudes
 - 2.1. Escalas de Likert
 - 2.2. Escalas de Thurstone
 - 2.3. Escalas de Guttman
- 3. Escalas de producción escolar
- 4. Diferencial semántico

Bibliografía

Capítulo 8. PRUEBAS CRITERIALES

- 1. Pruebas criterioales
- 2. Tipos de pruebas criterioales
- 3. Elaboración de pruebas criterioales de clase
 - 3.1. Especificación del dominio educativo
 - 3.2. Análisis de los ítems
 - 3.3. Determinación de estándares y puntos de corte
 - 3.4. Estudio de las características técnicas de la prueba
- 4. Un ejemplo de prueba criterial

Bibliografía

Capítulo 9. TÉCNICAS GRUPALES DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

- 1. Introducción
- 2. Tipos
- 3. Grupos focales
- 4. Grupo nominal
- 5. Entrevistas en profundidad
- 6. El Brainstorming
 - 6.1. Requisitos de una sesión de brainstorming o tormenta de ideas
 - 6.2. Brainstorming paso a paso
- 7. El método Delphi
 - 7.1. Fases

8. Técnicas sociométricas
 - 8.1. El sociograma
 - 8.2. Escala de distancia social
 - 8.3. Los inventarios de personalidad

Bibliografía

Capítulo 10. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

1. Análisis de documentos
2. Análisis de contenido
3. Tipos de documentos
4. Procedimiento a seguir en el análisis de contenido
5. Tipologías de análisis de contenido
 - 5.1. Análisis de contenido temático
 - 5.2. Análisis de contenido semántico
 - 5.3. Análisis de contenido de redes
6. Ejemplo de análisis de contenido

Bibliografía

Aquí podrá encontrar información adicional
y actualizada de esta publicación

Volver ant.

Volver Índice

CAPÍTULO 1

LA MEDIDA EN EDUCACIÓN

1. Introducción
2. La medida en Educación
 - 2.1. La medición y la técnicas estadísticas
3. Técnicas de recogida de datos
4. La informática y las técnicas de recogida de información
- Anexo: breve manual de R
5. Entorno de trabajo y carga de módulos de R
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Paquetes
 - 5.3. Documentación
 - 5.4. Ayuda y comentarios
6. El R como calculadora
7. Estructuras de datos en R: vectores, factores, matrices y arrays, listas y data frames
 - 7.1. Objetos en R
 - 7.2. Vectores
 - 7.3. Matrices
8. Lectura y escritura de datos
 - 8.1. Lectura de datos
 - 8.2. Exportar datos
 - 8.3. Guardar y leer datos
9. Graficos
 - 9.1. Introducción
10. Estructura de programación y funciones
 - 10.1. Definición de función
 - 10.2. Control de ejecución
11. La exploración de datos: estadísticos y funciones de distribución de probabilidad
 - 11.1. La exploración de los datos
 - 11.2. Distribuciones de probabilidad
 - 11.3. Funciones para estadísticas simple
12. Diversos contrastes estadísticos

Objetivos

- Comprender la utilidad de la medición en educación
- Comprender el concepto de medida y los tipos de escala de medida
- Valorar la importancia de la informática y la estadística como apoyo en la construcción de instrumentos de medida
- Repasar la utilización de R en el tratamiento de datos

1. INTRODUCCIÓN

La ciencia se apoya en instrumentos capaces de cuantificar fenómenos estableciendo relaciones funcionales obtenidas a través de modelizaciones de la realidad.

Para realizar este proceso, el investigador utiliza la medida mediante la que es capaz de representar propiedades por medio de números. Ciertas propiedades han sido estudiadas desde hace siglos: los procesos de medida del tiempo, la longitud o el peso, son de todos conocidos, pero otras características, no menos importantes, como la inteligencia, la atención, el interés, etc. han sido investigadas recientemente.

Para algunos, la medida de ciertos atributos del acto educativo es imposible de cuantificar. Sin entrar en una polémica estéril, resulta incuestionable la diferencia en cantidad de información y grado de exactitud existente, por ejemplo, entre la medida del peso de un alumno y la medida de su capacidad intelectual.

Sin embargo, es interesante observar cómo las ciencias han progresado a partir del momento en que se ha dispuesto de buenos instrumentos de medida. Conviene tener presente la regla de Galileo: “medir lo medible e intentar hacer medible lo que aún no lo es”, sobre todo si aceptamos el principio del matemático y filósofo H. Poincaré, según el cual “lo que no se mide no puede ser objeto de ciencia”. Sin embargo, la necesidad de medir no significa que todo sea medible o que todo se pueda medir, se necesita conocer las variables a medir y someterlas a prueba, aventurar si entre sus características se encuentra la posibilidad de ser medida.

Siguiendo las premisas expresadas, en este capítulo se presentan los rudimentos de medida en el ámbito educativo y un breve anexo del programa estadístico R como apoyo a la medición.

2. LA MEDIDA EN EDUCACIÓN

Los procesos de medida física vienen siendo abordados desde comienzos del siglo XX con una axiomática capaz de justificar, por ejemplo, la medida de masas. Los procedimientos que intervienen en la medida del peso de un estudiante son sencillos: para calcularlo, se establece una relación de orden —“tan pesado como”— de manera que si se denomina p la escala de medida y $p(x)$ el número que asigna a cada estudiante su peso, se cumplirá que: a) $p(x) \geq p(y)$ si y sólo si $x \geq y$; b) denotando por $x*y$ la combinación de dos elementos, se cumple $p(x*y) = p(x) + p(y)$, aditividad de peso.

La asignación de numerales a entes físicos ha sido muy estudiada, sin embargo, el proceso de asignación a elementos de ciencias sociales no. Su medida se tiene que basar en un sistema de preferencias, de utilidades. Supongamos que queremos medir la capacidad de transmisión de información de unos profesores a través de las opiniones de sus alumnos. Si éstos clasifican a sus docentes según sus opiniones respecto a la característica señalada, podemos definir también una ordenación de la siguiente manera: denominando con $v(x)$ la valoración realizada por los alumnos del profesor x ; la utilidad que se le asigne debe reflejar tanto la **ordenación** de los profesores, $v(x) \geq v(y)$ si y sólo si $x \geq y$, como la de las **diferencias** entre profesores, $[v(x) - v(y)] \geq [v(z) - v(w)]$ si y sólo si $(x, y) \geq (z, w)$.

Aunque no podemos medir directamente la inteligencia, la motivación, el estrés, etc., nos valemos de indicadores del comportamiento a medir. En este sentido un **indicador** es un instrumento que pone de manifiesto alguna característica no observable directamente (Bisquerra, 1989 p. 89). En palabras de Bunge (1976, p. 802) “nunca se mide una cosa: lo medible es exclusivamente alguna propiedad de la cosa”.

En el mundo de la medición en ciencias sociales se está trabajando mucho en los modelos de **rasgo latente** que, mediante el establecimiento de una relación matemática entre las habilidades de un sujeto y los ítems de un cuestionario, test o prueba, permite inferir de forma probabilística el éxito de un individuo en una tarea, de forma que la medida no se ve influida por el instrumento utilizado, uno de los mayores inconvenientes de la medición en ciencias sociales.

Otro concepto a destacar en la medida en Educación es el de **evaluación**. No es una medida simple, sino que lleva inmerso un proceso de emitir juicio

de valor sobre las mediciones realizadas. La evaluación puede recaer en aspectos próximos al rendimiento académico y en otros relacionados con la investigación evaluativa.

Todo proceso de asignación de numerales a entidades está inmerso en dos posibles casuísticas: una **relación de orden**, donde se establece una dominancia de un elemento sobre otro, y una **relación de proximidad** en que se valora la distancia que separa a las entidades.

Por otra parte, los dos problemas más importantes que se manejan en la teoría de medición son: *a)* el problema de **representación**, que trata de demostrar la existencia de una representación numérica para la valoración, y *b)* el problema de **unicidad**, que aborda la caracterización de las representaciones numéricas existentes. De estos dos problemas, es el segundo el que más afecta a la investigación educativa, de ahí que sea abordado a continuación.

En la teoría de la medición en Ciencias Sociales hay dos tendencias, a nuestro juicio, no excluyentes: la **teoría clásica** de la **medición** representada por la figura de Stevens y el **enfoque axiomático** de la **medición**.

Para Stevens la medición es “*la asignación de números a objetos o eventos de acuerdo con leyes*” y en consecuencia distingue diferentes tipos de asignación. Así el tipo o nivel de medida se clasifica en función del tipo de transformación que deja invariante la forma de la escala. Es decir, para Stevens las propiedades de las observaciones empíricas están ligadas al tipo de escala a utilizar.

Según el criterio de Stevens los distintos niveles de medida son: nominal, ordinal, intervalo y razón de relación (ratio).

Medidas de tipo nominal

En la tipología de Stevens, este tipo de medidas es el de grado inferior, puesto que los valores de la variable no tienen ninguna relación de nivel o distancia entre ellos. Cada valor es una categoría distinta, y sólo sirve de etiqueta o nombre (de aquí la palabra “nominal”) para la categoría. **No asume orden ni distancia entre las categorías creadas**. Por ejemplo, el sexo o la nacionalidad, son variables nominales.

En nuestra opinión cuando asignamos numerales al sexo o la nacionalidad, propiamente no estamos creando una escala, porque no podemos comparar con otro elemento patrón o referencia. Realmente estamos numerando o clasificando elementos de conjuntos.

Medidas de tipo ordinal

Cuando es posible establecer un *orden o rango* dentro de las categorías de acuerdo con un criterio, estamos dentro de las medidas ordinales.

Este tipo de medidas debe abordar los problemas de la clasificación de las categorías y de la medida de las distancias entre ellas.

Medidas de intervalo

En las medidas de intervalo, en orden ascendente de posibilidades de operación, *la distancia entre las categorías está definida en unidades iguales y fijas*. Por ejemplo, un termómetro mide la temperatura en grados y cada medición pertenece a una escala. Así la diferencia entre 30 y 31 grados centígrados es la misma que entre 80 y 81 grados fahrenheit. En las medidas de intervalo lo que se mide es la diferencia entre ellos, es decir, en una escala de intervalo se puede pasar de una escala (x) a otra (y) por una transformación lineal.

$$y=ax+b \ (a \neq 0)$$

Como se ve, el origen cero de la escala no siempre es el mismo (cero relativo).

Si consideramos cuatro valores x_1, x_2, x_3, x_4 y los correspondientes y_1, y_2, y_3, y_4 se verifica:

$$\frac{y_1 - y_2}{y_3 - y_4} = \frac{(ax_1 + b) - (ax_2 + b)}{(ax_3 + b) - (ax_4 + b)} = \frac{x_1 - x_2}{x_3 - x_4}$$

es decir, la razón de intervalos es invariante.

En investigación social es difícil encontrar verdaderas medidas de intervalo.

Medidas de Ratio (Razón)

Las medidas de nivel ratio tienen todas las propiedades de las medidas de intervalos y además una propiedad adicional: el nivel cero absoluto es inherente al esquema de esta medida. Así, cuando medimos distancias físicas, si usamos centímetros o metro, el cero es una medida naturalmente definida: es la ausencia de distancia entre dos objetos. Esta propiedad de fijar y de dar el punto cero mediante la comparación de ratio es una buena medida de distancia. Por ejemplo, se puede decir con exactitud que un hombre de 1,80 metros de estatura es dos veces la talla de un niño que mide 90 centímetros, es decir, se puede establecer una *proporcionalidad*, una razón.

Como vemos se puede pasar de una escala (x) a otra (y) por una transformación:

$$y=cx \quad (c\neq 0)$$

Hay por tanto, en estas escalas un cero absoluto y se pasa de una medida a otra multiplicando por una constante. Si tenemos dos valores x_1 , x_2 y los correspondientes y_1 , y_2 , se cumplirá:

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{cx_1}{cx_2} = \frac{x_1}{x_2}$$

lo que justifica el nombre dado a estas escalas.

Además, las medidas de ratio satisfacen todas las propiedades del sistema de números reales.

En investigación educativa las variables que manejamos llegan, en el mejor de los casos, a ser de intervalo. Sólo determinadas variables físicas de los sujetos (pero sin relevancia o con poca relevancia desde el aspecto educativo, como el peso, la altura, etc.) alcanzan la medida de nivel de razón.

La teoría de Stevens ha sido durante muchos años del pasado siglo fuertemente apoyada por psicólogos y en general en investigación social. A pesar de lo cual, la definición de Stevens es errónea porque confunde dos clases diferentes de prácticas: **medida** (en el sentido clásico) y la **codificación** numérica. Por medida entendemos un compromiso filosófico de la cantidad y el número como parte de la utilería del universo, mientras que la codificación numérica es simplemente un recurso natural para la representación simbólica de los hechos.

Por otra parte, el **enfoque axiomático** considera a la **medición** como la construcción de un modelo de alguna propiedad del mundo. Como toda modelización, se quiere establecer una correspondencia entre un sistema relacional empírico (la realidad) y un sistema relacional formal (modelo). Así, dado el sistema relacional $a=(A,R)$, con A un conjunto de objetos y R una relación definida en ese conjunto, se dice que está representado por el conjunto $b=(B,S)$, si existe una correspondencia f de A en B tal que para todo x,y de A se cumple:

$$xRy \Rightarrow f(x)Sf(y)$$

Si se cumple que a representa a b y b representa a a , se dice que los sistemas son isomorfos.

Desde el enfoque axiomático, la esencia de la representación numérica es la asignación de números a objetos, de tal manera que las relaciones observadas entre los objetos queden reflejadas por las correspondientes relaciones entre los números asignados.

Desde el punto de vista axiomático existen tantas escalas como conjunto de relaciones aritméticas se puedan encontrar. Además, la incertidumbre sobre el tipo de escala se puede resolver mediante la comparación con otra escala conocida.

Las últimas evoluciones de este enfoque axiomático nos lleva a un énfasis sobre las variables cuantitativas, medir y medida. Las variables cuantitativas tienen dos características definitorias: el **orden** y su **estructura aditiva**. Se puede decir que medir es un procedimiento para identificar valores de variables cuantitativas a través de relaciones numéricas con otros valores.

Si U es la unidad de medida, y mido X puedo decir que $X=cU$, o lo que es lo mismo, $X/U=c$. Así los valores que no conozco los infiero del valor de la unidad y se pueden establecer relaciones como $X=cU$ e $Y=kU$, entonces $X/Y=c/k$. Las medidas relativas a la misma unidad forman una escala de medida, y las medidas en la misma escala tienen en cuenta además relaciones numéricas para ser obtenidas.

La medida requiere el desarrollo de procedimientos mediante los cuales X y U puedan compararse y obtener su razón. Dichos procedimientos son los métodos de medida, y el desarrollo de tales métodos se denomina cuantificación.

Naturalmente antes de cuantificar hay que comprobar que la variable es cuantitativa. Si este paso no se ha realizado el resto del proceso de medición es puramente una especulación.

Con el objetivo de conseguir esta comprobación debemos imponer a cualquier medida la independencia entre la variable de interés y el instrumento utilizado para medirla. Además, en las variables sociales, un elemento primordial es la probabilidad al ser la conducta humana no determinista.

El modelo de teoría de respuesta al ítem o rasgo latente de Rasch, contempla estos dos aspectos: la separabilidad y la convergencia de la probabilidad. Dicho modelo examina la posibilidad de someter a comprobación la naturaleza cuantitativa de las variables.

La ecuación básica de un proceso de medida planteado por Rasch se fundamenta en la idea de que la respuesta a un ítem sólo depende de la capacidad del sujeto (q) y la dificultad intrínseca del ítem (b). Y plantea el siguiente modelo logístico:

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D(\theta - b_i)}}{1 + e^{D(\theta - b_i)}} \text{ donde}$$

$P_i(q)$: es la probabilidad de acertar el ítem i a un determinado nivel q

q : Valores de la variable medida

b_i : Índice de dificultad del ítem i

Si los datos se ajustan al modelo de Rasch la variable tiene naturaleza cuantitativa y si los datos no se ajustan a dicho modelo, son los datos los que deben cambiarse, no el modelo (Gaviria, J.L. 2000, p. 222). Aunque con una visión menos estricta que la del autor, en nuestra opinión pensamos que la distribución de los datos marca, de alguna forma, la naturaleza de la variable.

2.1. La medición y las técnicas estadísticas

Los principios de medición del enfoque Stevens conducen a una concepción acerca de la relación entre medición y estadística. Según este planteamiento la escala de medida determina por completo qué tipo de análisis estadístico es el más apropiado. Así, plantea la siguiente **tabla 1.1**, que luego

se verá reflejada en manuales de pruebas estadísticas, como el clásico de Siegel (1970).

Tabla 1.1. Técnicas estadísticas apropiadas según la escala de medida (Muñiz 2000, p. 292)

Escala	Medida de posición	Dispersión	Asociación o correlación	Prueba de significación
Nominal	Moda	Información, H	Información transmitida, T coeficiente de contingencia	Ji-cuadrado
Ordinal	Mediana	Percentiles	Correlación ordinal	Prueba de los signos
Intervalo	Mediana aritmética	Desviación típica	Correlación producto-momento	Prueba T Prueba F
Razón	Media geométrica Media aritmética	Variación porcentaje		

En contra de la postura de Stevens, se han alzado otras voces de estadísticos como Anderson (Muñiz, 2000, p. 292): “*la validez de las inferencias estadísticas no puede depender del tipo (o no tipo) de escala de medida utilizada*”.

No obstante, aunque el significado empírico de los números no afecte a la validez de las manipulaciones realizadas sobre ellos, sí afecta a las conclusiones extraídas de los resultados de esas manipulaciones. Pero esta afirmación es sólo parte del proceso, porque se pueden estar utilizando, por ejemplo, *medidas de intervalo* como la relajación muscular, tiempo empleado en comunicación con los compañeros, etc. como índice de satisfacción escolar y querer sacar inferencias de un hecho educativo *ordinal*: la satisfacción.

El tema, como vemos, es controvertido y seguro que seguirá despertando polémica. No obstante, en algunas cuestiones fijamos nuestra posición:

- 1) Stevens confundía la teoría de la medición con la teoría estadística y subordinaba los procedimientos estadísticos al tipo de escala de medición utilizada.
- 2) Los procedimientos estadísticos no requieren propiedades específicas de la escala.

- 3) Los procedimientos estadísticos sólo están limitados por aspectos matemáticos derivados del modelo asumido por la técnica estadística utilizada. Por ejemplo, la prueba ANOVA (análisis de la varianza) asume el modelo lineal (normalidad, independencia, homocedasticidad, etc.).
- 4) Las conclusiones en el uso de un procedimiento estadístico vienen delimitadas por el contexto donde se aplica

3. TÉCNICAS DE RECOGIDA DE DATOS

El concepto de *técnicas* de recogida de información engloba todos los medios técnicos que se utilizan para registrar las observaciones o facilitar el tratamiento. Dentro de la expresión “medios técnicos” están inmersos, por una parte, los *instrumentos* —objetos con entidad independiente y externa— y los *recursos* —medios utilizados para obtener y registrar la información—. Por ejemplo, utilizando como técnica el cuestionario, podemos manejar como instrumento un cuestionario cerrado, empleando como recurso el ordenador.

Respecto a la clasificación de las técnicas de recogida de datos, no existe acuerdo entre distintos autores: Pérez Juste (1986), García Jiménez (1994) y Angulo (1990), entre otros; no obstante, recogiendo sus concordancias, básicamente se pueden dividir en seis grandes grupos: *la observación, entrevista, cuestionario, pruebas objetivas y tests, técnicas grupales y sociométricas y análisis de documentos*.

El investigador siempre debe elegir aquel instrumento que más se ajuste al diseño de investigación planteado, considerando, a su vez, que debe conservar las características imprescindibles de un instrumento de medida: validez, fiabilidad y grado de operatividad de las variables.

4. LA INFORMÁTICA Y LAS TÉCNICAS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

En algunos casos, como medio de recogida de información, se utilizan medios electrónicos. Así tenemos el caso de las grabaciones de audio reco-

gidas en las entrevistas o tomas en video realizadas mediante cámaras. Esta forma de recoger información presenta la ventaja añadida de la escasa intervención del observador y la perdurabilidad del momento captado, que permite una posible repetición y valoración.

Independientemente de los medios para recoger información, la informática juega un papel importante como soporte de datos. Las bases de datos, los editores o las hojas de cálculo son elementos normalmente utilizados para estos menesteres. Estos medios informáticos están frecuentemente integrados en paquetes estadísticos, que abordan, como una fase más del tratamiento, la recogida de datos; de esta forma, el filtrado de la información, la codificación y modificación, son etapas de esta fase de entrada de datos.

Otro punto donde interviene la informática es en los llamados test computarizados y adaptativos, derivados de la teoría de respuesta al ítem. Son test adaptados a los niveles particulares de aptitud de los sujetos (Martínez Arias, 1995, p. 319).

Para el cálculo de las características técnicas de los instrumentos de medida, para análisis estadísticos de los datos, para gráficos, cálculo del tamaño muestral, generación de valores aleatorios, etc., se necesita la ayuda de programas estadísticos. El programa R, software libre de análisis estadístico de datos, es una herramienta de suma utilidad para realizar los cálculos, en alguno de los cuales resulta de obligado uso (teoría de respuesta al ítem). El lector puede consultar un breve manual en anexo y en la página web del programa referencia a distintos manuales.

ANEXO: BREVE MANUAL DE R

5. ENTORNO DE TRABAJO Y CARGA DE MÓDULOS DE R

5.1. Introducción

R es un software estadístico-matemático orientado al proceso de datos, con un entorno gráfico de trabajo. Se pueden destacar las siguientes componentes:

- Un sistema de manejo y almacenamiento de datos eficiente.
- Funciones matemáticas para el proceso de vectores y matrices.
- Una gran cantidad de funciones estadísticas integradas en el sistema.
- Una amplia variedad de librerías especializadas para estadística y análisis de datos.
- Funciones de proceso gráfico orientadas al análisis de datos.
- Un lenguaje de programación completo basado en el lenguaje S.

El lenguaje de programación R, es un dialecto del lenguaje S, desarrollado en AT&T por Becker, Chambers y Wilks. En general, cualquier manual de aprendizaje de S o SPlus servirá para aprender a programar en R.

R se obtiene de forma gratuita en <http://www.r-project.org/>. En dicha dirección se pueden encontrar distintos materiales de apoyo, no obstante el lector que desee bajarse una versión “portable”, es decir, que sólo necesita descomprimir un fichero .zip y ejecutar el fichero R_Portable.exe, puede utilizar la página web del autor. En esta versión portable tiene además, el R-Comander para manejar los procedimientos más habituales de R sin necesidad de aprender los comandos.

5.2. Paquetes

R consta de un sistema base y de paquetes adicionales que permiten una mayor funcionalidad.

Uno de los paquetes más interesante para realizar los trabajos estadísticos mediante una interface gráfica, y por tanto sin necesidad de conocer comandos, es: Rcmdr. Si se baja la versión portable de R ya está instalado dicho paquete.

Cuando sea necesario utilizar un paquete que no está dentro del sistema base será necesario cargarlo. Si el paquete no ha sido instalado, en el interface gráfico de R-Console(Gui) será necesario realizar la siguiente secuencia: Paquetes→Instalar paquetes(s)→Seleccionar CRAN mirror→Seleccionar el paquete deseado.

Una vez instalado el paquete siempre que se quiera usar será necesario, por ejemplo, dar la orden:

```
>library(ctest)1
```

donde ctest es el nombre de una librería que se desea usar especialmente dedicada a pruebas de contraste de hipótesis.

5.3. Documentación

Los manuales de R incluidos en todas las instalaciones son:

- *An introduction to R.* (De lectura obligatoria)
- Writing R extensions
- R data import/export
- The R language definition
- R installation and administration

Además de los múltiples documentos en inglés, recomendamos consultar <http://cran.r-project.org> pinchar Documentation y luego Contributed donde se pueden encontrar distintos materiales de apoyo en idioma distinto al inglés.

¹ El símbolo > indica el puntero de la consola (Gui), naturalmente no debe escribirse dicho símbolo al comienzo del comando.

5.4. Ayuda y comentarios

Existen diversos procedimientos de ayuda:

Para encontrar todos los comandos que contengan un determinado término:

```
>apropos ("normal")
```

Para saber más de la sintaxis de un comando:

```
>help ("if")
```

Para poner un comentario aclaratorio en alguna instrucción se utiliza el símbolo # que hace invisible al programa el texto colocado a la derecha del símbolo.

```
>a<-c(3,4,8,16) ;b<-c(7,3,6,12)
```

```
>a+b # presenta en consola el vector resultado de la suma de a+b
```

6. EL R COMO CALCULADORA

R puede ser utilizado como una calculadora de modo interactivo. Por ser los comienzos, en este apartado nos limitaremos a mostrar algunos ejemplos sencillos.

Ejemplo de comando completo en R :

```
>2+2          Escribimos 2+2 y damos enter
```

```
[1] 4          Sale el resultado. [1] indica que es el primer (y único
                resultado) de nuestra orden.
```

```
>            Al terminar el comando, el sistema vuelve a presentar
                su indicador. Si se hace a través de R-Comander no
                presenta ningún indicador en la ventana de sintaxis.
```

Otros ejemplos:

```
> 2*5          Multiplicación de dos números
```

```
[1] 10
```

```
> 5/2          División real de dos números
```

```
[1] 2.5
```

> 5%%2 [1] 2	División entera: se devuelve la parte entera solamente
> 5%%2 [1] 1	Módulo: resto de dividir un número por otro
> 11%%3 [1] 2	Otro ejemplo de la operación módulo
> 5^2 [1] 25	Potenciación
> 5^2.3 [1] 40.51641	Potenciación, ex““““nente real
> exp(1) [1] 2.718282	El número e
> exp(3) [1] 20.08554	El número e ³
> sqrt(2) [1] 1.414214	La raíz cuadrada de 2
> log(3) [1] 1.098612	El logaritmo neperiano de 3
> log(3,10) [1] 0.4771213	El logaritmo de 3 en base 10
> abs(-3.4) [1] 3.4	Valor absoluto de un número
> pi [1] 3.141593	El número pi

Para averiguar un poquito más sobre la organización de las funciones matemáticas en R, podemos probar las siguientes órdenes:

```
> help("Math")
```

Que da un conjunto de funciones que podemos agrupar de la siguiente manera:

Arith: "+", "-", "*", "^", "%/%", "%/%%", "|"

Compare: "==", ">", "<", "!=", "<=", ">="

Logic: "&", "|", but not "!" since that has only one argument.

Ops: "Arith", "Compare", "Logic"

Math: "log", "sqrt", "log10", "cumprod", "abs", "acos", "acosh", "asin", "asinh", "atan", "atanh", "ceiling", "cos", "cosh", "cumsum", "exp", "floor", "gamma", "lgamma", "sin", "sinh", "tan", "tanh", "trunc"

Math2: “round”, ”signif”

Summary: “max”, “min”, “range”, “prod”, “sum”, “any”, “all”

Complex : “Arg”, “Conj”, “Im”, “Mod”, “Re”

>help(“Special”)

Con las siguientes funciones:

beta(a, b)

lbeta(a, b)

gamma(x)

lgamma(x)

psigamma(x, deriv = 0)

digamma(x)

trigamma(x)

choose(n, k)

lchoose(n, k)

factorial(x)

lfactorial(x)

donde a, b, x, n son vectores numéricos y k, deriv son vectores enteros.

7. ESTRUCTURAS DE DATOS EN R: VECTORES, FACTORES, MATRICES Y ARRAYS, LISTAS Y DATA FRAMES

7.1. Objetos en R

Como R es un lenguaje que maneja objetos, casi todo en R es un objeto, esto significa que las variables, datos, funciones, resultados, etc., se guardan en la memoria activa del ordenador en forma de *objetos* con un *nombre* específico. El usuario puede modificar o manipular estos objetos con *operadores* (aritméticos, lógicos, y comparativos) y *funciones* (que a su vez son objetos).

Tipos de objetos:

- Objetos del lenguaje: llamadas, expresiones, nombres
- Funciones: constan de lista de argumentos, código, entorno
- Sin objeto: NULL

Manipulación de los objetos de la memoria:

ls() lista los objetos de la memoria. Por ejemplo:

```
> name <- "Juan"; n1 <- 5; n2 <- 50; p <- 0.5  
> ls()  
[1] "p" "n1" "n2" "name"
```

pat si se quiere listar los objetos que contengan un carácter en particular.

Por ejemplo:

```
> ls(pat="n")  
[1] "n1" "n2" "name"
```

La función **ls.str()** muestra algunos detalles de los objetos en memoria:

```
> ls.str()  
n1 : num 5  
n2 : num 50  
name : chr "Juan"
```

Para borrar objetos en memoria, utilizamos la función **rm()**:

```
> rm(n1)
```

Objetos para los datos:

vector: colección ordenada de elementos del mismo tipo.

```
> x <- c(1, 2, 3); y <- c("a", "b", "c")  
> z <- c(TRUE, TRUE, FALSE)
```

array: generalización multidimensional del vector. Elementos del mismo tipo.

```
> x <- array(1:3,c(2,4))
```

data frame: como el array, pero con columnas de diferentes tipos. Es el objeto más habitual para los datos experimentales.

```
> resul<-data.frame(ID=c("alum1","alum2","alum3","alum4"),  
peso=c(54,53,48,58),altura=c(1.62,1.65,1.68,1.7),CI=c(98,86,89,90))
```

Como resultado de salida es:

```
> resul  
  ID peso altura CI
```

```
1 alum1 54 1.62 98
2 alum2 53 1.65 86
3 alum3 48 1.68 89
4 alum4 58 1.70 90
```

Si interesa referirse exclusivamente a los datos de peso se expresará de la siguiente forma:

```
> resul$peso
[1] 54 53 48 58
```

factor: tipo de vector para datos categóricos.

```
> x <- factor(c(1, 2, 2, 1, 1, 2, 1, 2, 1))
```

Se puede discretizar datos usando las funciones *split* y *cut*, veamos:

```
> n<-10;n1<-10
> g<-factor(letters[1:5],label="a")
> x <- rnorm(n * n1) + sqrt(as.numeric(g))
> xg <- split(x, g)
> xg
```

```
$a1
```

```
[1] -0.5544007 1.7491799 1.2400475 -0.4611344 0.9476911 1.0546162
2.2115396 0.7194146 0.9430771 -0.6691185 2.2864430 -0.4671794
```

```
[13] 1.9664175 -0.4061556 0.1318291 1.2546443 1.0511046 1.4302350
1.4453412 -0.6818947
```

```
$a2
```

```
[1] 0.5932663 1.2285783 1.4956471 -0.3039916 -0.6588399 0.4301719 -
0.4255259 0.3838169 2.8414031 0.7472850 3.4598941 3.6798054
```

```
[13] 1.3957887 3.2903877 0.6314057 0.6212782 1.7107844 1.0903122
1.8117973 0.9504550
```

```
$a3
```

```
[1] 1.639137642 -0.002936988 1.045994480 1.389934483 1.829202854
1.569667022 1.281325420 3.123278536 0.490092245 0.859599867
```

```
[11] 1.436474666 2.358285698 1.457578449 0.757540936 2.187309621
0.641944190 0.879695564 1.416748460 0.637300954 1.968718943
```

```
$a4
```

```
[1] 1.1977327 2.3174723 2.4618665 2.2352206 0.7690333 3.7358991
1.2880352 1.0780257 3.0511156 1.5542524 1.2816942 3.1158970
2.8098809
```

```
[14] 1.4647825 3.1957905 2.7698156 1.9034218 1.5698684 3.5791493
2.9078323
```

```
$a5
```

```
[1] 3.1900371 3.9673368 3.1072440 1.7157778 2.4530234 1.9962088
1.9643648 1.0355729 0.5030147 2.2691015 3.3046722 1.4398403
2.7860069
```

```
[14] 1.7853105 2.4721768 2.7556695 1.3202772 1.4886730 1.4092787
2.0698601
```

```
> v1<-c(7,8,10,1,2,5)
> cut1<-cut(v1,3);summary(cut1)
(0.991,4] (4,7] (7,10]
  2      2      2
```

list: vector generalizado. Cada lista está formada por componentes, que pueden ser otras listas, y cada componente puede ser de distinto tipo. Son contenedores generales de datos. Muy flexibles, pero sin estructura. Muchas funciones devuelven una lista o conjunto de resultados de distinta longitud y distinto tipo.

```
una.lista<-
c(un.vector=1:5,una.palabra="gracias",una.matriz=matrix(round(rnorm(2
0),3),ncol=5),lista2=c(a=3,b=factor(c("a","b"))))
>una.lista
```

Como resultado de salida es:

```
un.vector1 un.vector2 un.vector3 un.vector4 un.vector5 una.palabra
una.matriz1
  "1"  "2"  "3"  "4"  "5" "gracias" "-0.671"
una.matriz2 una.matriz3 una.matriz4 una.matriz5 una.matriz6
una.matriz7 una.matriz8
"0.846" "0.77" "1.085" "0.704" "0.557" "1.124" "-1.462"
```

```

una.matriz9 una.matriz10 una.matriz11 una.matriz12 una.matriz13
una.matriz14 una.matriz15
“-2.015” “-1.2” “0.346” “1.164” “-1.33” “-0.858” “0.672”
una.matriz16 una.matriz17 una.matriz18 una.matriz19 una.matriz20
lista2.a lista2.b1
“0.879” “0.82” “1.771” “1.29” “0.317” “3” “1”
lista2.b2
“2”

```

7.2. Vectores

— Generación de secuencias

```

> x <- c(1, 2, 3, 4, 5)
> x <- 1:10; y <- -5:3
> x <- seq(from = 2, to = 18, by = 2)
> x <- seq(from = 2, to = 18, length = 30) #donde length indica el número
de puntos de la secuencia
> y <- seq(along = x) #donde along indica la secuencia de puntos del argu-
mento x
> z2 <- c(1:5, 7:10, seq(from=-7,to=5,by=2))

```

Cuya salida es:

```

> z2
[1] 1 2 3 4 5 7 8 9 10 -7 -5 -3 -1 1 3 5
> rep(1, 5)
> x <- 1:3; rep(x, 2)
> y <- rep(5, 3); rep(x, y)
> rep(1:3, rep(5, 3))
> rep(x, x)
> rep(x, length = 8)
> gl(3, 5) # como rep(1:3, rep(5, 3))
> gl(4, 1, length = 20) # Tener en cuenta que gl genera factores
> gl(3, 4, label = c("Infantil", "Primaria", "Secundaria"))
> expand.grid(edad = c(10, 18, 25), genero = c("Hombre", "Mujer"), loc =
1:3)

```