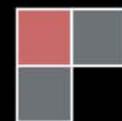


Prácticas de Psicometría

Manual de Procedimiento

**PAULA ELOSUA OLIDEN
PAOLA BULLY GARAY**



ARGITALPEN ZERBITZUA
SERVICIO EDITORIAL

www.argitalpenak.ehu.es
ISBN: 978-84-694-4008-7



eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Índice

1	Introducción.....	9
1.1	Objetivos de las prácticas de psicometría	9
1.2	Tipo de prácticas a realizar	10
1.2.1	Prácticas de Aula.....	10
1.2.2	Prácticas de Ordenador	10
1.2.3	Talleres de Aula	10
1.2.4	Seminarios	10
1.3	Fuentes de información	11
1.3.1	Test/ Testoteca	11
1.3.2	Asociaciones /Organismos	11
1.3.3	Revistas.....	13
1.4	Etapas en la construcción de un instrumento de medida	14
2	Definición del constructo a medir.....	15
2.1	Elección y operativización del constructo	15
3	Planificación del test. Redacción de ítems	16
3.1	Planificación del test	16
3.2	Redacción de los ítems	17
3.3	Inclusión de variables criterio	18
3.4	Primera revisión del test	19
3.5	Estructura del test	19
4	Administración del Test.....	21
4.1	¿Qué se debe tener en cuenta a la hora de administrar el test?	21
5	Creación del fichero de Datos.....	22

5.1	Introducción de las respuestas: Ejemplo para Excel.....	22
5.2	Presentación de los datos de ejemplo	24
6	R y R Commander	26
6.1	Información básica sobre R	26
6.2	Obtener e instalar R	27
6.3	Obtener e instalar R Commander	30
6.4	Descripción de R Commander	32
6.5	Opciones de la barra de menús de R Commander.....	33
7	Introducir datos en R Commander	35
7.1	Importar datos	36
7.1.1	Lectura de datos en formato Excel, Access o dBase	36
7.2	Editar mis datos y modificar valores.....	39
7.3	Guardar los datos.....	40
7.4	Utilizar los datos guardados en una sesión de trabajo anterior.....	41
7.5	Trabajar con varios conjuntos de datos a la vez.....	41
8	Calidad de los datos.....	43
9	Descripción de la Muestra	45
10	Análisis de los Ítems	48
10.1	Recodificar los ítems inversos	48
10.2	Índices basados en la distribución	50
10.3	Índices de atracción	52
10.4	Índices de discriminación	56
11	Fiabilidad de la escala	59
11.1	Alfa de Cronbach	59

11.2	Error Típico de Medida	60
11.2.1	Obtención de la puntuación en el test	61
11.2.2	Desviación típica de las puntuaciones en el test	62
11.2.3	Estimación del Error Típico de Medida	63
11.2.4	Intervalo de confianza de la puntuación verdadera	64
12	Validez interna. Dimensionalidad.....	67
12.1	Estudio de la dimensionalidad	67
12.2	Análisis factorial.....	67
12.2.1	Modelo unidimensional.....	68
12.2.2	Modelo bi o multidimensional	70
12.2.3	Análisis de contenido. Definición sustantiva de los factores.....	72
13	Validez externa. Comparación de grupos	73
13.1	Comparación de dos grupos.....	73
13.1.1	Pruebas de comparación de medias independientes	73
13.1.2	Pruebas de comparación de dos medias relacionadas.....	75
13.2	Comparación de más de dos grupos	76
13.2.1	ANOVA de un factor	76
13.2.2	ANOVA de múltiples factores.....	80
14	Validez externa. Relación test/criterio	82
14.1	Regresión lineal simple	82
15	Baremos	87
15.1	Baremos basados en puntuaciones centiles	87
16	Elaboración del informe final.....	91
17	Referencias	94

Índice de figuras

1.1 Figura. Página web COP	11
1.2 Figura. Página web ITC	12
1.3 Figura. Página web de la EFPA	12
1.4 Figura. Página web del BUROS	13
1.5 Figura. Etapas en la construcción de un test.....	14
5.1 Figura. Fichero de datos de las prácticas	23
6.1 Figura. Página CRAN.....	27
6.2 Figura. R para Windows, página de descarga.....	28
6.3 Figura. R para Windows, página de descarga.....	28
6.4 R para Windows, página de descarga	29
6.5 Figura. Instalación de R.....	29
6.6 Figura. Ventana de descarga de R Commander.....	30
6.7 Figura. Instalación de paquetes adicionales.....	31
6.8 Figura. Consola R, R Commander	31
6.9 Figura. Ventana R Commander	33
7.1 Figura. Ventana de introducción de datos.	35
7.2 Figura. Importar datos. Formatos.....	36
7.3 Figura. Importar datos desde Excel.....	36
7.4 Figura. Importar datos desde Excel.....	37
7.5 Figura. Conjunto de datos activo.....	38
7.6 Figura. Modificar un valor	39
7.7 Figura. Guardar conjunto de datos activo	40
7.8 Figura. Exportar el conjunto de datos.....	41

7.9 Figura. Cargar datos	41
7.10 Figura. Seleccionar conjunto de datos.....	42
8.1 Figura. Análisis de las características del conjunto de datos.	43
9.1 Figura. Distribución de frecuencias	45
9.2 Figura. Frecuencia de varones y mujeres.....	46
9.3 Figura. Estadísticos descriptivos muestrales.....	46
10.1 Figura. Recodificación de variables	49
10.2 Figura. Conjunto de datos con las variables recodificadas	50
10.3 Figura. Estadísticos descriptivos de los ítems	51
10.4 Figura. Estadísticos descriptivos de los ítems de Insatisfacción Corporal.....	51
10.5 Figura. Distribución de frecuencias en cada categoría de respuesta.....	52
10.6 Figura. Distribución de frecuencias en cada categoría de respuesta.....	53
10.7 Figura. Diagrama de barras para la distribución de respuestas	54
10.8 Figura. Diagrama de barras	54
10.9 Figura. Comando para generar diagrama de barras modificado	55
10.10 Figura. Diagrama de barras modificado.....	55
10.11 Figura. Índice de discriminación de los ítems.	56
10.12 Figura. Índices de discriminación. Variables	57
10.13 Figura. Índices de discriminación de cada ítem	57
11.1 Figura. Alfa de Cronbach. Selección de variables	59
11.2 Figura. Coeficiente de fiabilidad.....	60
11.3 Figura. Calcular una nueva variable	61
11.4 Figura. Cálculo de la puntuación total	61
11.5 Figura. Cálculo de la desviación típica de las puntuaciones	62

11.6 Figura. Desviación típica de las puntuaciones.....	63
11.7 Figura. Cálculo error típico de medida	63
11.8 Figura. Cálculo del intervalo de confianza de las puntuaciones verdaderas ..	65
12.1 Figura. Análisis Factorial	68
12.2 Figura. Menú para el análisis factorial.	68
12.4 Figura. Resultados análisis factorial	69
12.5 Figura. Análisis factorial bidimensional.....	70
12.6 Figura. Resultados análisis factorial bidimensional.....	71
13.1 Figura. Prueba de comparación de dos muestras independientes.....	73
13.2 Figura. Selección de variables y opciones para la prueba de comparación de dos muestras independientes	74
13.3 Figura. Resultados de la prueba de comparación de dos muestras independientes.....	74
13.4 Figura. Comparación dos muestras relacionadas. Selección de variables y opciones para la prueba de comparación	75
13.5 Figura. Resultados de la prueba de comparación de dos muestras relacionadas	76
13.6 Figura. Factores en el ANOVA de un factor	77
13.7 Figura. Resumen del modelo	77
13.8 Figura. Estadísticos descriptivos del modelo	78
13.9 Figura. Resultados prueba HSD de Tukey	78
13.10 Figura. Resultados prueba HSD de Tukey. Intervalos de confianza	79
13.11 Figura. Comparaciones múltiples. Intervalos de confianza.....	79
13.12 Figura. ANOVA de dos factores	80
13.13 Figura. Resultados ANOVA de dos factores.....	81
13.14 Figura. Gráfico de los efectos.....	81

14.1 Figura. Regresión simple	83
14.2 Figura. Salida regresión simple	83
14.3 Figura. Opciones de selección diagrama de dispersión.....	85
14.4 Figura. Insatisfacción Corporal y Test de las Siluetas.....	86
15.1 Figura. Cuantiles de la distribución	87
15.2 Figura. Comando para obtener los cuantiles.....	88
15.3 Figura. Cuantiles.....	88
15.4 Figura. Percentiles.....	88
15.5 Figura. Centiles por grupo	89
15.6 Figura. Centiles por grupo	89

1 Introducción

1.1 Objetivos de las prácticas de psicometría

Las prácticas de psicometría son actividades diseñadas con la finalidad de fortalecer y afianzar los conocimientos y destrezas propios a la disciplina. Las tareas y trabajos a desarrollar dentro de las prácticas de psicometría facilitan la aprehensión de los conceptos, métodos y técnicas necesarias para la construcción de tests, la evaluación de los instrumentos de medida y su correcto uso.

Los objetivos específicos de las prácticas son:

- Adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para entender y valorar de forma crítica la información psicométrica que aportan los instrumentos de evaluación (test, cuestionarios,...) que se utilizan en las diversas áreas de la Psicología.
- Alcanzar las destrezas y nociones fundamentales que permitan al alumno diseñar un instrumento de evaluación concebido para un fin concreto, y analizar desde la perspectiva de la teoría clásica de los tests (TCT), las garantías psicométricas que este ofrece.
- Desarrollar la capacidad de elaborar informes técnicamente rigurosos sobre las propiedades psicométricas de los ítems, y del test empleando para ello el lenguaje adecuado.
- Conocer las directrices emanadas de las comisiones de tests nacionales e internacionales que guían el uso correcto de los tests.
- Lograr los conocimientos y habilidades necesarios para la utilización de `R Commander` en el análisis de las propiedades psicométricas de un instrumento de medida/evaluación.

1.2 Tipo de prácticas a realizar

1.2.1 Prácticas de Aula

Son clases participativas en las que los alumnos presentarán el análisis/síntesis de un artículo de investigación, y la evaluación de un manual técnico de un test psicológico realizados en tiempo no presencial. Las presentaciones públicas fomentarán las competencias comunicativas, la capacidad de síntesis, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

1.2.2 Prácticas de Ordenador

Son sesiones docentes en las que, en un aula informática, se realiza una actividad práctica que requiere el uso del ordenador. R Commander constituye la herramienta de trabajo fundamental en el desarrollo de esta tarea. Las prácticas de ordenador permiten un afianzamiento de los contenidos teóricos impartidos en las clases teóricas de psicometría que se aplicarán a casos prácticos desarrollados por los alumnos.

1.2.3 Talleres de Aula

En los talleres se trabaja de modo cooperativo sobre un caso práctico bajo la tutela del profesor. El tiempo en los talleres estará destinado a resolver dudas acerca de la resolución de problemas concretos, e interpretación de resultados.

1.2.4 Seminarios

El desarrollo de un trabajo o proyecto es un tipo de docencia esencial que permite/facilita la evaluación continua, el auto aprendizaje y el desarrollo de competencias específicas y transversales que consideramos básicas. Entre las más importantes podríamos citar, el análisis crítico, la síntesis de información, el trabajo en grupo, el uso del método y el lenguaje científico, la presentación y defensa de un trabajo en público. Los seminarios permiten un seguimiento de los proyectos que se van ejecutando a lo largo del curso.

1.3 Fuentes de información

Además del material docente presentado en clase, son varias las fuentes de información disponibles que pueden resultar de ayuda en la tarea de construcción/evaluación/uso de los tests:

1.3.1 Test/ Testoteca

La testoteca es el área de la biblioteca destinada a los tests y pruebas psicológicas (<http://www.biblioteca.ehu.es/p207-home/es>). En la Facultad de Psicología pueden encontrarse más de de 400 ejemplares de tests utilizados en distintos ámbitos de la psicología.

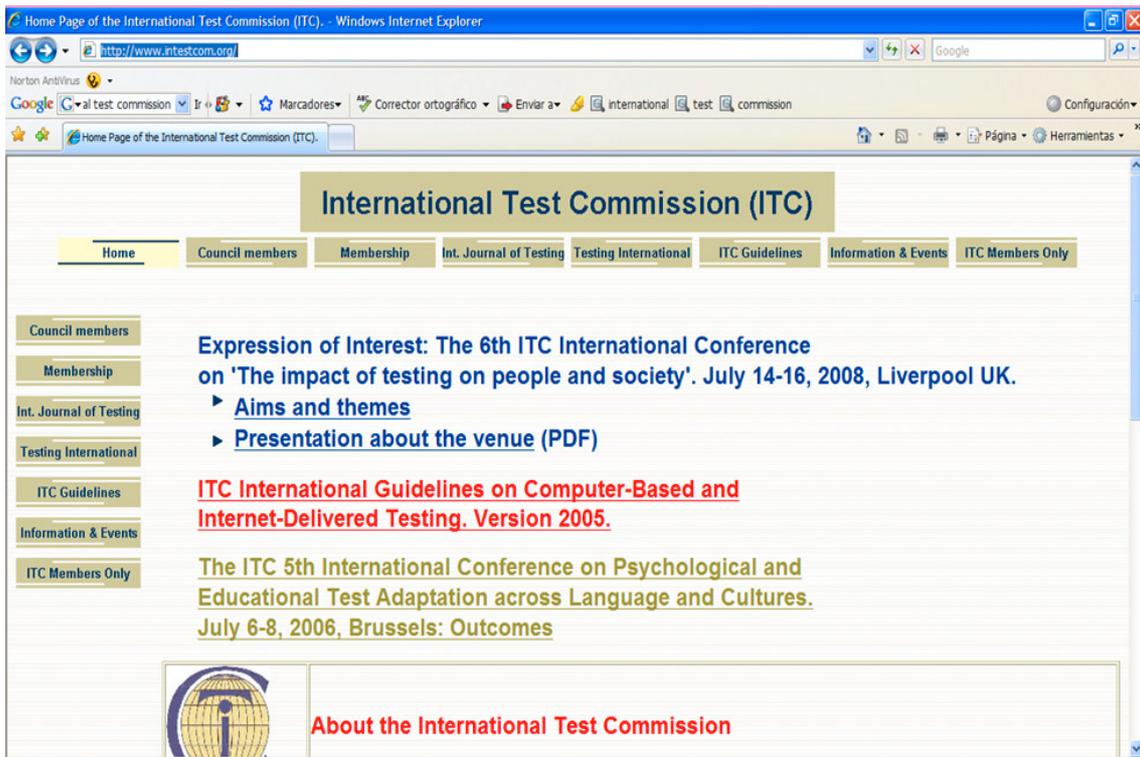
1.3.2 Asociaciones /Organismos

- Comisión de tests del Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos (COP)



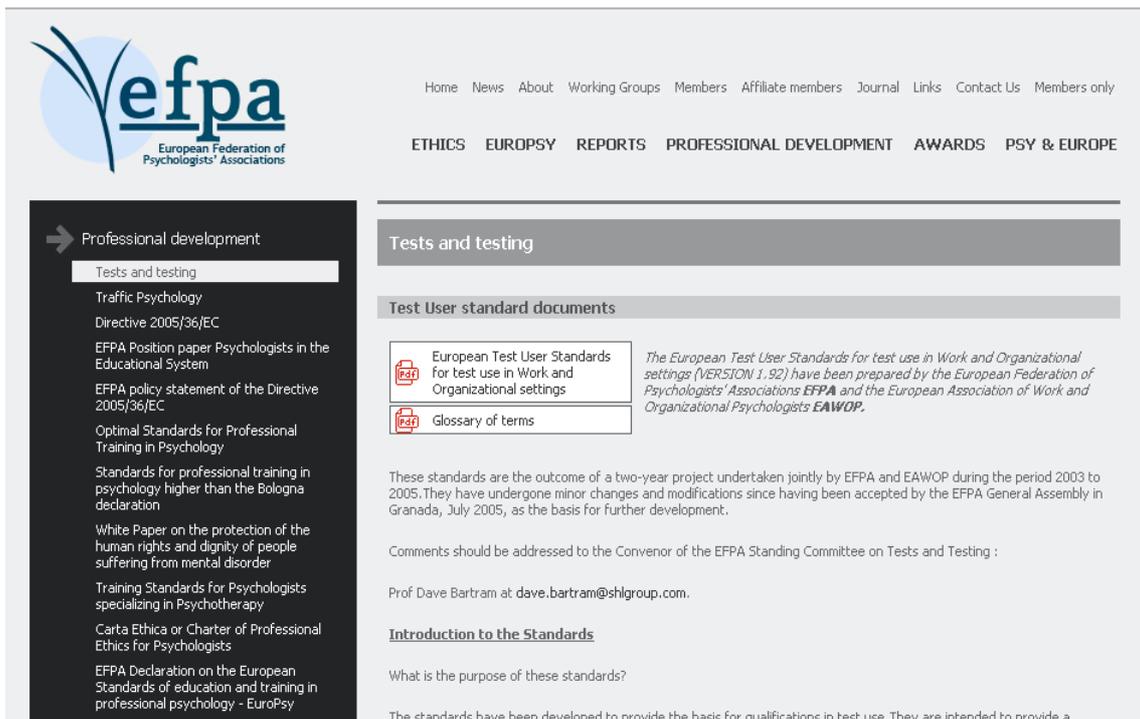
1.1 Figura. Página web COP

- International Test Commission (ITC)



1.2 Figura. Página web ITC

- European Federation of Psychologists' Associations (EPPA)



1.3 Figura. Página web de la EPPA

- BUROS Center of Testing (BUROS)

BUROS Center For Testing

AVAILABLE NOW: **The Eighteenth Mental Measurements Yearbook**

improving the **science** and **practice** of testing...

Our History Oscar and Luella Buros

BIMM Buros Institute of Mental Measurements

Publishers of the *Mental Measurements Yearbook* and *Tests in Print* series, supporting advancements in testing practice since 1938.

- ▶ About BIMM
- ▶ Products & Catalog
- ▶ Reviewer Information
- ▶ Test Publishers
- ▶ Instructional Resources
- ▶ Frequently Asked Questions
- ▶ Contact BIMM

BIACO Buros Institute for Assessment Consultation and Outreach

Providing audit and accreditation services, psychometric research, consultation, workshops, and contractual oversight.

- ▶ About BIACO
- ▶ Services
- ▶ Research
- ▶ Members / Special Projects
- ▶ Contact BIACO

Test Reviews Online!

Find test reviews and information on over 3,500 tests

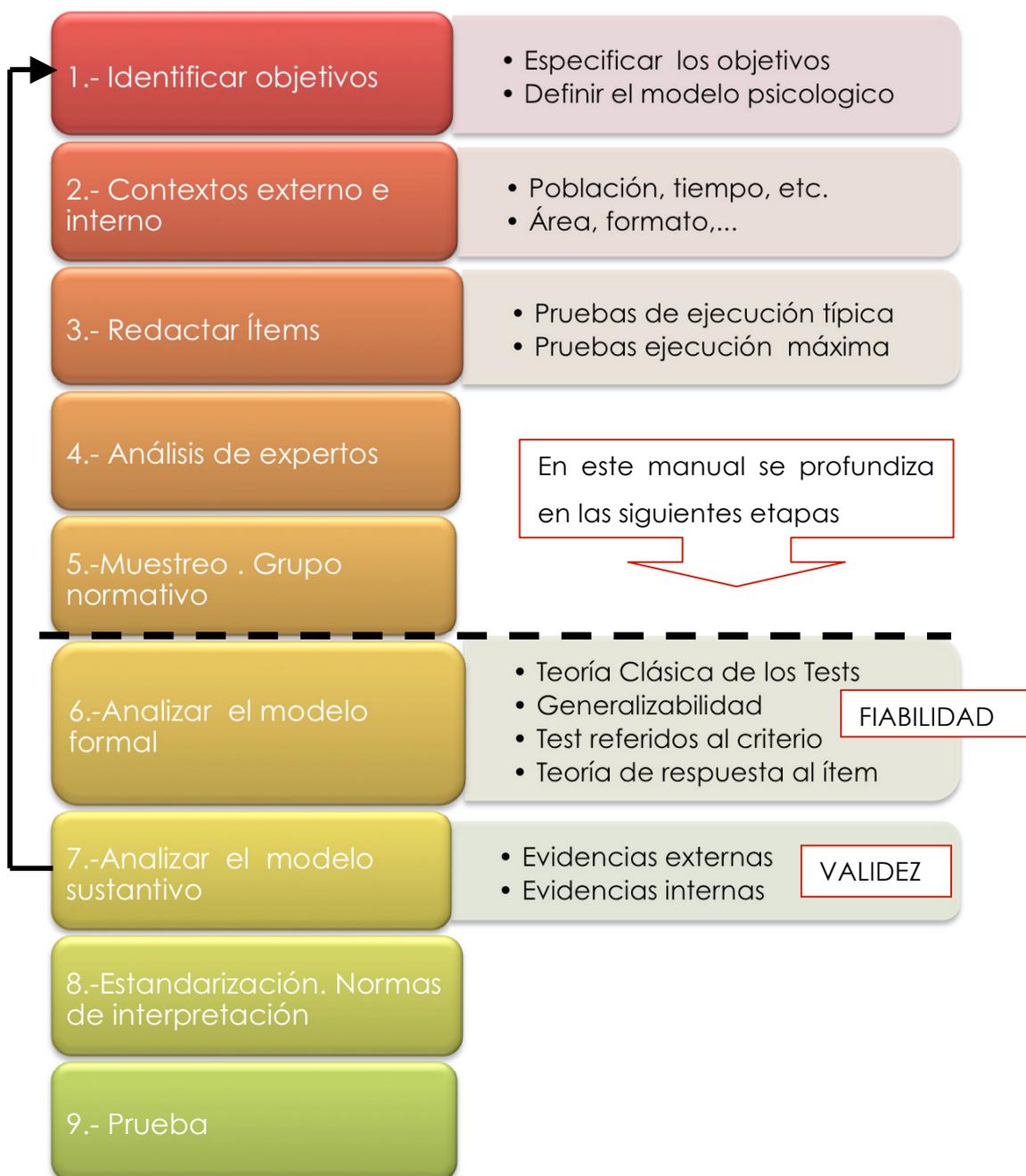
1.4 Figura. Página web del BUROS

1.3.3 Revistas

- Revistas con edición digital :
 - ✓ Psicothema (www.psicothema.com)
 - ✓ The Spanish Journal of Psychology (www.ucm.es/info/Psi/docs/journal)
 - ✓ Psicológica (<http://www.uv.es/psicologica/>)
 - ✓ Anales de Psicología (<http://www.um.es/analesps/>)

1.4 Etapas en la construcción de un instrumento de medida

Si bien las etapas de construcción de un test pueden ejemplificarse de varios modos, presentamos un esquema con sus fases sustanciales (Elosua, 2005).



1.5 Figura. Etapas en la construcción de un test

2 Definición del constructo a medir

2.1 Elección y operativización del constructo

El primer paso en la construcción de una prueba de medición/evaluación psicológica es definir el rasgo que se desea medir. Las siguientes estrategias metodológicas pueden ayudar a su definición/operativización:

- **Revisión bibliográfica.** No puede realizarse ningún estudio sin conocer en profundidad la variable que se quiere medir. En la primera fase de construcción se llevarán a cabo búsquedas bibliográficas. Se recomienda consultar la sección de tests de la biblioteca de la facultad, y las revistas *Psicothema* y *The Spanish Journal of Psychology* (ambas con edición digital). Se seleccionará un modelo teórico sobre la variable y a partir de él se definirán sus dimensiones más relevantes.
- **Observación natural.** La observación de las conductas relacionados con el constructo a medir en situaciones naturales es una fuente de información de gran valor como criterio para la elaboración/selección de ítems.

- Para la realización de las prácticas debe tenerse en cuenta que el test debe a construir ha de ser un test **rendimiento típico**.
- **La variable a medir ha de ser una variable de carácter general, no clínica.**
- **No se podrán recoger de datos en colegios, empresas, clínicas, etc.**
- **En ningún caso podrán utilizarse datos provenientes de muestras**

3 Planificación del test. Redacción de ítems

3.1 Planificación del test

El objetivo de la fase de planificación del test es determinar los factores externos e internos que nos guiarán en el proceso de redacción de los ítems y evitarán la presencia de fuentes de dificultad irrelevantes.

- **Factores externos (contextuales):**
 - ✓ **Población diana.** Es necesario describir las características de la población a la que va dirigido el test. En nuestro caso este apartado queda limitado en la medida en que **el test no puede ser aplicado a muestras infantiles y/o clínicas.**
 - ✓ **Tiempo de aplicación** para que los sujetos cumplieren adecuadamente la prueba.
 - ✓ **Administración del test**, individual o colectiva.

- **Factores internos:**
 - ✓ **Soporte físico sobre el que se presentará el test:** lápiz y papel, pantalla de un ordenador, pruebas orales, manipulativas, etc.
 - ✓ **Formato de presentación de los ítems.** En el proyecto de construcción del test los ítems habrán de ser respuesta graduada. Cada grupo discutirá y definirá en cada caso, el número de alternativas de respuesta óptimo.

3.2 Redacción de los ítems

Una vez operativizada la variable psicológica, y superadas las disquisiciones teórico/prácticas, procederemos a construir el test.

En primer lugar, se **elaborará un conjunto de ítems** que recojan información sobre las dimensiones de la variable psicológica. Es recomendable contar con un modelo teórico que respalde nuestra tarea.

Cada grupo evaluará la conveniencia de incluir en el test **ítems directos e ítems inversos**. En cualquier caso habrá de justificarse su elección.

A continuación se muestran algunos ejemplos de ítems provenientes de varios cuestionarios:

1. Cuestionario "Big Five" (BFQ; Bermudez, 2007)

Me molesta mucho el desorden

- 5) completamente VERDADERO para mí
- 4) bastante VERDADERO para mí
- 3) ni VERDADERO ni FALSO para mí
- 2) bastante FALSO para mí
- 1) completamente FALSO para mí

2. Test de empatía cognitiva y afectiva (TECA; López-Pérez, Fernández-Pinto y Abad, 2008)

Me siento bien si los demás se divierten

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) Algo en desacuerdo
- 3) Neutro
- 4) Algo de acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

3. Inventario de trastornos de la conducta alimentaria-3 (EDI-3; Elosua, López-Jáuregui y Sánchez-Sánchez, 2010)

Pienso en vomitar para perder peso

- 0) Nunca
- 1) Pocas veces
- 2) A veces
- 3) A menudo
- 4) Casi siempre
- 5) Siempre

4. Cuestionario de evaluación multimedia y multilingüe de la autoestima (EMMA; Ramos y Santamaría, 2010)

Mis compañeros de clase se burlan de mí

- a) No
- b) A veces
- c) Sí

3.3 Inclusión de variables criterio

Con el fin de evaluar la validez externa de nuestro test vamos a introducir en la hoja de recogida de respuestas **4 o 5 ítems** que sirvan como criterio.

Estos ítems deberán medir un rasgo asociado al constructo que queremos medir, y serán extraídos de un test psicométrico ya publicado. Por ejemplo, si el test que estamos elaborando pretende medir insatisfacción corporal, podríamos incluir, como variables criterio, los ítems que forman parte de la escala Obsesión por la Delgadez del Inventario de trastornos de la conducta alimentaria-3 (EDI-3; Elosua, López-Jáuregui y Sánchez-Sánchez, 2010).

3.4 Primera revisión del test

Una vez redactados los ítems es importante analizar su contenido desde una doble perspectiva que tenga en cuenta su contenido psicológico y su adecuación lingüística. El objetivo es garantizar que la muestra de ítems que componen la prueba es además de relevante, representativa de la variable psicológica objeto de medida. Para ello, de entre los ítems elaborados de acuerdo a las pautas para la redacción de ítems expuestas en las clases teóricas, se seleccionan aquellos ítems más claramente relacionados con el rasgo psicológico sobre el que versa el test y se eliminan aquellos otros ambiguos, repetitivos y complicados. Para la selección de ítems es importante analizar su **adecuación** y **relevancia**.

Sólo tras la primera depuración, basada en un análisis de jueces (análisis sustantivo), se procederá a la edición del test.

3.5 Estructura del test

Se sugiere que el test no ocupe más de un folio, recoja unas breves instrucciones para su cumplimentación, e incluya la posibilidad de recoger información de carácter sociodemográfico (sexo, edad...), que sea relevante para nuestro estudio.

En la siguiente página se muestra un ejemplo de la estructura y formato que puede tener el test.

Nombre del test:

Instrucciones:

Sexo:

Edad:

Lugar de residencia:

Nivel de estudios:

Ítem 1.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 2.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 3.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 4.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 5.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 6.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 7.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 8.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 9.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 10.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 11.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 12.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 13.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 14.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Ítem 15.-----

a) Nunca b) A veces c) Muchas veces e) Siempre

Por favor, responde a los siguientes ítems:

Ítems/Criterio:

- 1) Ítem 1
- 2) Ítem 2
- 3) Ítem 3
- 4) Ítem 4
- 5) Ítem 5

4 Administración del Test

4.1 ¿Qué se debe tener en cuenta a la hora de administrar el test?

En la fase de administración del test es importante tener en cuenta que **la información que no se recoja en esta fase** (características sociodemográficas, variables criterio...) es **imposible de recuperar** a posteriori.

Es importante tener presente que en lo que respecta a las prácticas de psicometría el test **no puede administrarse en hospitales, clínicas, colegios, etc.** Esta limitación no es arbitraria. Desde todas las comisiones de tests, nacionales e internacionales, estamos fomentando un uso correcto de los tests según el cual la correcta administración de tests ha de estar avalada por las condiciones exigidas por las correspondientes comisiones éticas.

Los alumnos interesados, pueden consultar los requisitos o formularios exigidos por la UPV/EHU en la página web del Vicerrectorado de Investigación (www.ikerkuntza.ehu.es/p273-sheticct/es/contenidos/informacion/vri_ceish/es_vri_etica/tramites.html). El Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos (CEISH/GIEB) es el organismo encargado en la UPV/EHU de velar por el respeto a los valores éticos en las tareas de investigación y de prácticas docentes que realizan y que implican intervenciones físicas o psíquicas en seres humanos, la utilización de muestras biológicas humanas o la utilización de datos de carácter personal.

5 Creación del fichero de Datos

5.1 Introducción de las respuestas: Ejemplo para Excel

Una vez administrado el test es preciso construir un fichero de datos que recoja la información sociodemográfica y las respuestas a los ítems. En este manual ejemplificamos la creación de un fichero de datos en una hoja de cálculo de la suite ofimática Microsoft Office, Excel.

El primer aspecto a tener en cuenta en la fase de mecanización de datos es la codificación de las respuestas:

- Dado que las opciones de respuesta son graduadas, habremos de decidir, cual es el valor mínimo y cuál es el valor máximo de las opciones de respuesta.
- Si una persona no responde a un ítem o marca dos alternativas, le asignaremos el valor **NA** en ese ítem. Ésta va a ser la manera de codificar los valores perdidos.

Seguidamente, se creará una hoja de cálculo en Microsoft Excel y se cumplimentará con todas las respuestas de la muestra al conjunto de ítems que forman el test. Para ello es necesario tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- La primera fila de la hoja de cálculo la ocuparán los nombres de las variables; a cada uno de ellas se le asignará un nombre que la represente. Cada variable ocupará una columna diferente.
- En las filas siguientes se teclearán las respuestas de los sujetos a cada uno de los ítems.

- Se codificarán las respuestas tal y como han sido registradas por el respondiente. **NO SE CORREGIRA** el cuestionario antes de mecanizar los datos.

Como puede observarse en la siguiente figura, el resultado del proceso de mecanización es un fichero de datos donde las filas, exceptuando la primera, son los sujetos y los ítems o variables están ordenados por columnas; de tal manera que cada fila recoge las respuestas de una persona a todos los ítems. La hoja de cálculo que se ha construido tiene tantas filas como sujetos hayan respondido el test. La columna relativa a cada ítem debe reflejar las respuestas de todos los sujetos a ese ítem.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Edad	Sexo	Pesoact	Altura	Pesomax	Pesomin	Pesoideal	item1	item2	item3	item4	item5
2	29	V	84.00	188.00	88.00	80.00	84.00	5	6	2	2	2
3	21	V	117.00	182.00	122.00	80.00	80.00	1	2	6	6	6
4	46	V	80.00	173.00	82.00	75.00	80.00	4	6	5	2	2
5	2							2	6	1	3	2
6	19	V	80.00	187.00	93.00	79.00	79.00	6	6	2	1	4
7	18	V	74.00	185.00	76.00	69.00	79.00	2	6	3	2	1
8	21	V	78.00	183.00	83.00	73.00	78.00	6	6	1	2	3
9	25	V	82.60	174.00	83.00	67.00	78.00	1	4	5	4	2
10	20	V	70.00	182.00	73.00	65.00	77.00	4	6	2	4	5
11	18	V	85.00	181.00	88.00	78.00	75.00			6	1	3
12	21	V	76.00	181.00	82.00	72.70	75.00			1	1	1
13	19	M	82.00	166.00	85.00	70.00	75.00				4	1
14	19	V	75.00	170.00	80.00	70.00	75.00	6	6	1	2	4
15	18	V	65.00	180.00	65.00	65.00	75.00	6	6	3	5	5
16	20	V	75.00	180.00	80.00	64.00	75.00	2	5	4	3	2
17	20	M	74.00	162.00	89.00	70.00	74.00	6	4	6	4	2
18	20	V	71.00	176.00	71.00	69.00	73.00	6	5	1	4	5
19	20	V	75.00	173.00	77.00	68.00	73.00	6	6	1	2	2
20	19	V	75.00	176.00	77.00	73.00	72.50	6	5	1	3	4
21	36	M	72.00	183.00	90.00	70.00	72.00	6	6	1	2	1
22	22	V	75.00	184.00	77.00	68.00	72.00	5	4	2	3	3
23	49	M	95.00	169.00	100.00	70.00	70.00	1	1	6	5	6
24	20	M	90.00	172.00	90.00	70.00	70.00	1	3	6	5	5
25	18	V	73.00	177.00	73.00	70.00	70.00	4	5	4	3	4
26	19	V	70.00	185.00	70.00	70.00	70.00	6	4	2	3	1
27	21	V	72.00	176.00	90.00	68.00	70.00	5	6	3	2	5
28	26	V	74.00	173.00	81.00	67.00	70.00	6	5	1	5	2
29	19	M	74.00	178.00	75.00	67.00	68.00	5	1	2	5	5
30	42	M	72.00	164.00	76.00	64.00	68.00	6	4	1	3	2
31	19	V	77.00	174.00	85.00	68.00	67.00	6	4	1	4	4
32	20	V	67.00	175.00	68.00	60.00	67.00	6	5	1	2	3

5.1 Figura. Fichero de datos de las prácticas

El archivo que vamos a utilizar como ejemplo en las páginas siguientes puede descargarse de la página del Grupo de Investigación Psicométrica (G.I.P; <http://www.ehu.es/gip>) al que pertenecen las profesoras, o de la página de moodle que utilizan para la docencia. El nombre del archivo es **EDI_practica.xls**.

5.2 Presentación de los datos de ejemplo

La utilización de R Commander en el estudio de las características de un inventario, tests o escala se presentará con el apoyo de los análisis ejecutados sobre un conjunto de datos provenientes de una investigación que tuvo como finalidad la adaptación al español del “*Eating Disorder Inventory-3*” (Garner, 2004; Elosua, López-Jáuregui y Sánchez-Sánchez, 2010; Elosua y López-Jaúregui, in press); los datos contenidos en el fichero **EDI_practica.xls** pertenecen a dos de las escalas parciales de este inventario, las escalas Insatisfacción corporal (IC) y Obsesión por la Delgadez (OD). La escala Insatisfacción corporal está compuesta por 10 ítems, y la escala Obsesión por la delgadez por 7 ítems. Todos los ítems tienen 6 categorías de respuesta (Siempre, Casi siempre, A menudo, A veces, Pocas veces, Nunca) que se responden en la dirección sintomática en una escala graduada cuyo valor mínimo es 1 y el valor máximo es 6 (1-2-3-4-5-6).

El contenido de los ítems de la escala Insatisfacción Corporal es el siguiente:

- 1.- Creo que mi estómago es demasiado grande.
- 2.- Pienso que mis muslos son demasiado gruesos.
- 3.- Creo que mi estómago tiene el tamaño adecuado.
- 4.- Me siento satisfecho con mi figura.
- 5.- Me gusta la forma de mi trasero.
- 6.- Creo que mis caderas son demasiado anchas.
- 7.- Me siento hinchado después de una comida normal.
- 8.- Creo que el tamaño de mis muslos es adecuado.
- 9.- Creo que mi trasero es demasiado grande.
- 10.- Creo que mis caderas tienen el tamaño adecuado.

Los ítems de la escala Obsesión por la Delgadez son:

- 1.- Como dulces y carbohidratos sin preocuparme.
- 2.- Pienso en ponerme a dieta.
- 3.- Me siento muy culpable cuando como en exceso.
- 4.- Me aterroriza ganar peso.
- 5.- Exagero o doy demasiada importancia al peso.
- 6.-Estoy preocupada porque querría ser una persona más delgada.
- 7.- Creo que puedo conseguir mis objetivos.

El fichero incluye además algunas variables de carácter físico y socio demográfico relacionadas con los trastornos de conducta alimentaria. El conjunto de datos a analizar está compuesto por las siguientes variables:

- 1.- **Edad:** Variable numérica que representa la edad en años
- 2.-**Edad_REC:** Grupos en función de la edad. El valor 1 representa al grupo de participantes con edades entre los 18 y los 21 años; el 2 al grupo con edades comprendidas entre los 22 y los 25 años y; el 3 a los mayores de 26 años.
- 3.- **Sexo:** Factor con dos niveles Varón/Mujer
- 4.- **Pesoact:** Peso en kilogramos de cada participante
- 5.- **Altura:** Altura en centímetros de cada participante
- 6.- **Pesomax:** Peso máximo que ha alcanzado el participante en kg
- 7.- **Pesomin:** Peso mínimo que ha alcanzado el participante en kg
- 8.- **Pesoideal:** Peso considerado ideal por cada participante
- Columnas 9. a 18.- **Ítems1-Ítem10:** Ítems pertenecientes a la escala insatisfacción corporal (IC)
- Columnas 19. a 25.- **Ítems11-Ítem17:** Ítems de la escala obsesión por la delgadez (OD)
26. **TS:** Puntuación obtenida en un test de siluetas (variable criterio)

6 R y R Commander

El estudio de las cualidades psicométricas del test requiere dos fases: una de análisis de ítems y otra de estudio de las propiedades del test definitivo. Ambas se realizarán utilizando R Commander.

6.1 Información básica sobre R

R (Ihaka y Gentleman, 1996; R Development Core Team, 2011) es un entorno de programación y análisis estadístico y gráfico, derivado del lenguaje de programación S (Becker, Chambers y Wilks, 1988; Chambers, 1998; Chambers y Hastie, 1992; Venables y Ripley, 2000). Fue desarrollado por Ross Ihaka y Robert Gentleman del Departamento de Estadística de la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda). El nombre R proviene de las iniciales de sus autores(R), y de la fonética de R “our” –nuestro- que lo enlaza con la filosofía del software libre). La primera versión de R se difundió rápidamente y su expansión es hoy imparable (Elosua, 2009). R crece con las aportaciones no-lucrativas de investigadores provenientes de prácticamente todas las ramas del conocimiento. Las actualizaciones del entorno corren a cargo del R Development Core Team, grupo constituido en el año 1997.

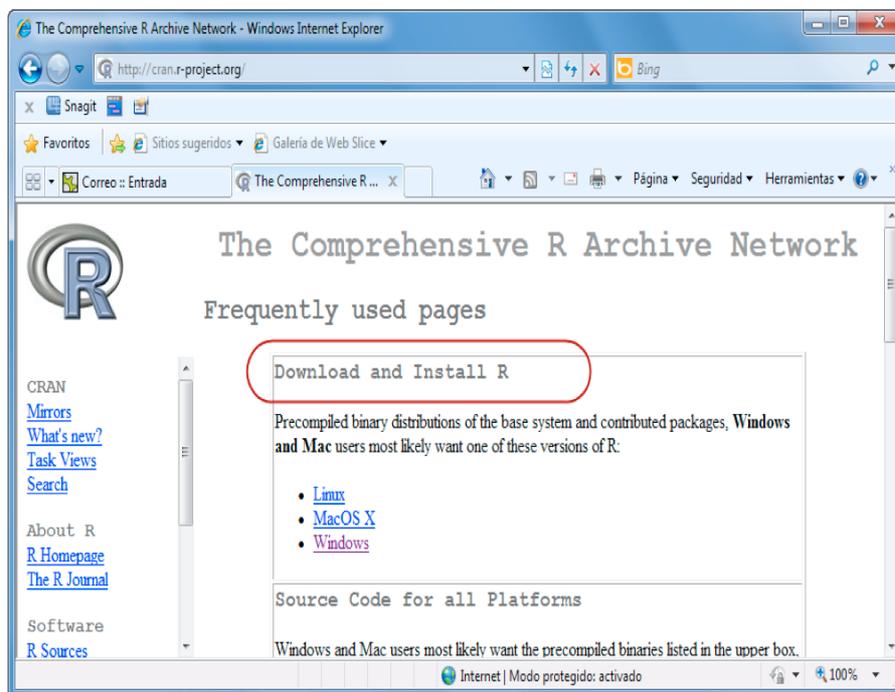
En R confluyen características que lo hacen único, es libre, de código abierto, dispone de versiones para distintas plataformas (Microsoft Windows, Linux/UNIX o Macintosh) y está siempre a la vanguardia de los más avanzados modelos estadísticos. R posee una estructura versátil, fácilmente adaptable a las necesidades del usuario básico, medio o avanzado, tiene una capacidad de análisis asombrosa, un entorno sorprendente para el desarrollo de gráficos y además se enmarca dentro de la filosofía de software libre, lo cual la convierte en gratuita.

Parte de la vasta información disponible sobre R es accesible a través de la web CRAN (*Comprehensive R Archive Network*; <http://cran.r-project.org/>), sitio oficial de R. Es la página base del proyecto R, desde la cual se puede descargar la última versión del programa, consultar manuales sobre R, obtener ayuda sobre su funcionamiento a través de un sistema de ayuda on line, y, en definitiva, estar al corriente de los movimientos en este entorno de trabajo.

6.2 Obtener e instalar R

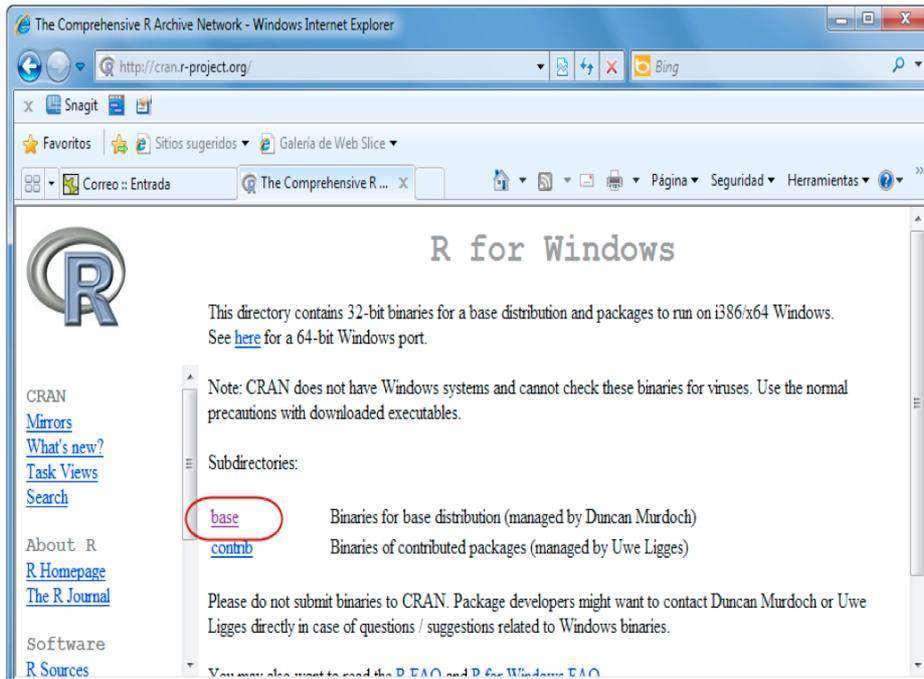
El primer paso para trabajar con R es obtenerlo e instalarlo:

1.- Visita la página oficial del R y descarga el archivo de instalación de R (<http://cran.es.r-project.org/>).



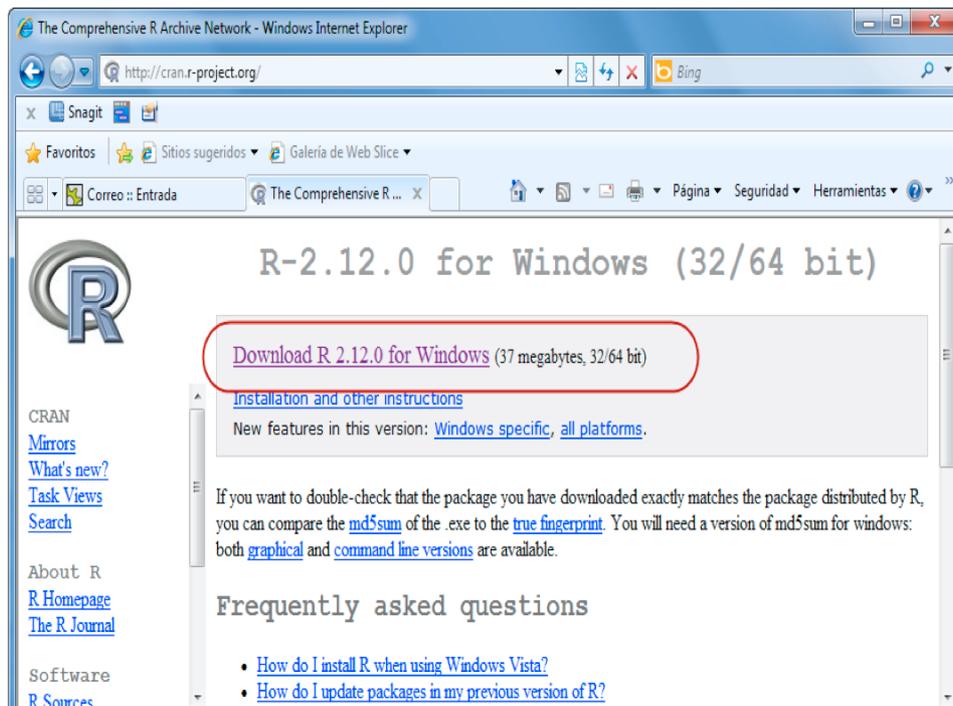
6.1 Figura. Página CRAN

2.- Selecciona la plataforma deseada (Linux, MacOSX, Windows). Accederás a una pantalla de la que seleccionarás la opción **base**.

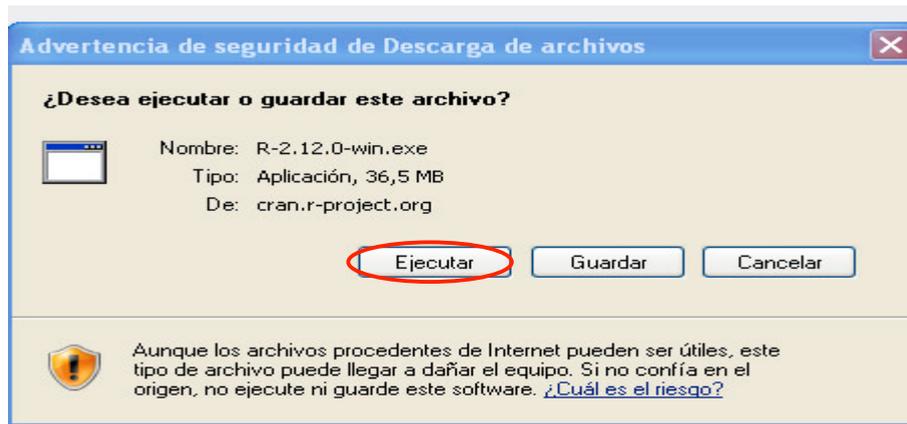


6.2 Figura. R para Windows, página de descarga

3.- Desde esta pantalla podrás descargar la última versión de R. (En el momento de redacción de este manual la versión fue R-2 12. 0).

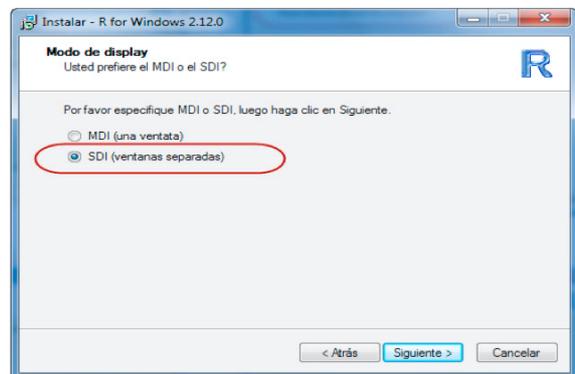
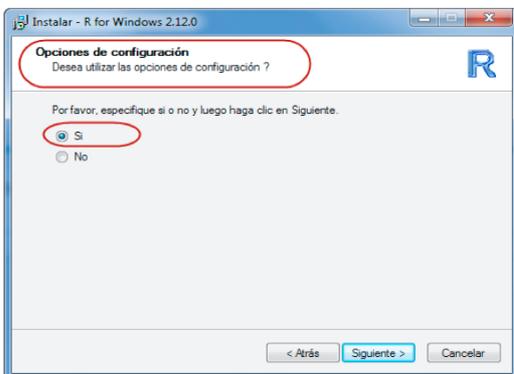
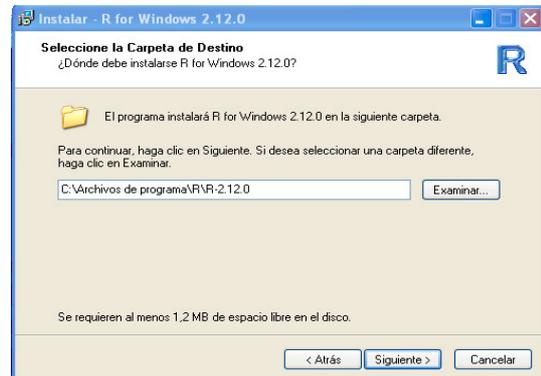


6.3 Figura. R para Windows, página de descarga



6.4 R para Windows, página de descarga

4.- El proceso de instalación es automático. Iremos aceptando las opciones por defecto hasta que aparezca la pantalla de “**Opciones de configuración**”, donde marcaremos la casilla “**SI**”. En la pantalla “**Opciones de display**”, seleccionaremos **SDI**.



6.5 Figura. Instalación de R

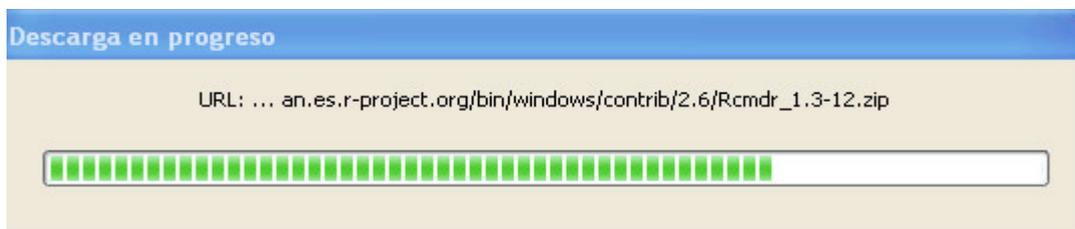
5.- Una vez instalado R, su icono aparecerá en el escritorio.

6.3 Obtener e instalar R Commander

R Commander es un paquete adicional de R concebido como una interfaz gráfica que incorpora funciones para el análisis estadístico y la generación de gráficos. Consigue, a través de un sistema de ventanas, convertir a R en un entorno amigable.

Antes de comenzar a trabajar con **R Commander (Rcmdr)** es preciso instalar y cargar el paquete **Rcmdr**.

- Instalar **Rcmdr**: Pincha en **Paquetes > Instalar paquetes**.
- **Del listado que se muestra selecciona Spain (Madrid), o cualquier otro repositorio.**
- **Busca en la lista de paquetes Rcmdr**, y tras seleccionarlo el proceso de instalación comenzará de forma automática.



6.6 Figura. Ventana de descarga de R Commander

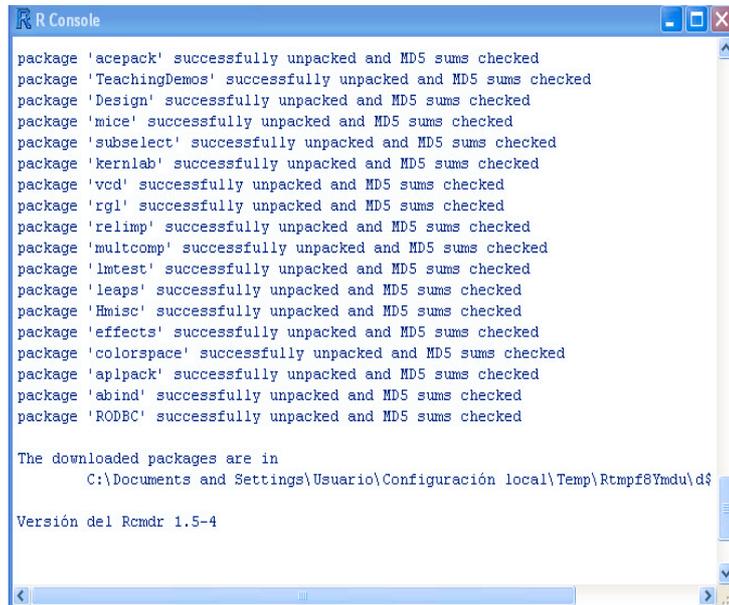
- Cargar **Rcmdr**: Selecciona la opción **Paquetes > Cargar** y elige **Rcmdr**.

La primera vez que solicitemos cargar **Rcmdr**, R nos dirá que para el correcto funcionamiento de **Rcmdr** es necesario instalar algunos paquetes adicionales. Este procedimiento es automático, solo es necesario asentir a los requerimientos del proceso de instalación.



6.7 Figura. Instalación de paquetes adicionales

Una vez instalado y cargado **Rcmdr** la consola R mostrará esta apariencia:



6.8 Figura. Consola R, R Commander

6.4 Descripción de R Commander

Una vez cargado **Rcmdr**, aparecerá en pantalla una ventana (véase 6.9 Figura), que podemos dividir en cinco secciones:

1.- Barra de menús. Da acceso a operaciones relacionadas con el manejo de ficheros, manipulación/descripción de datos o ajuste de modelos estadísticos, generación de gráficos o varias opciones de configuración de **Rcmdr**.

2.- Barra de elementos activos. La segunda línea de la pantalla de **Rcmdr** incorpora un editor de datos, la posibilidad de visualizarlos e informa sobre los elementos activos (datos o modelos).

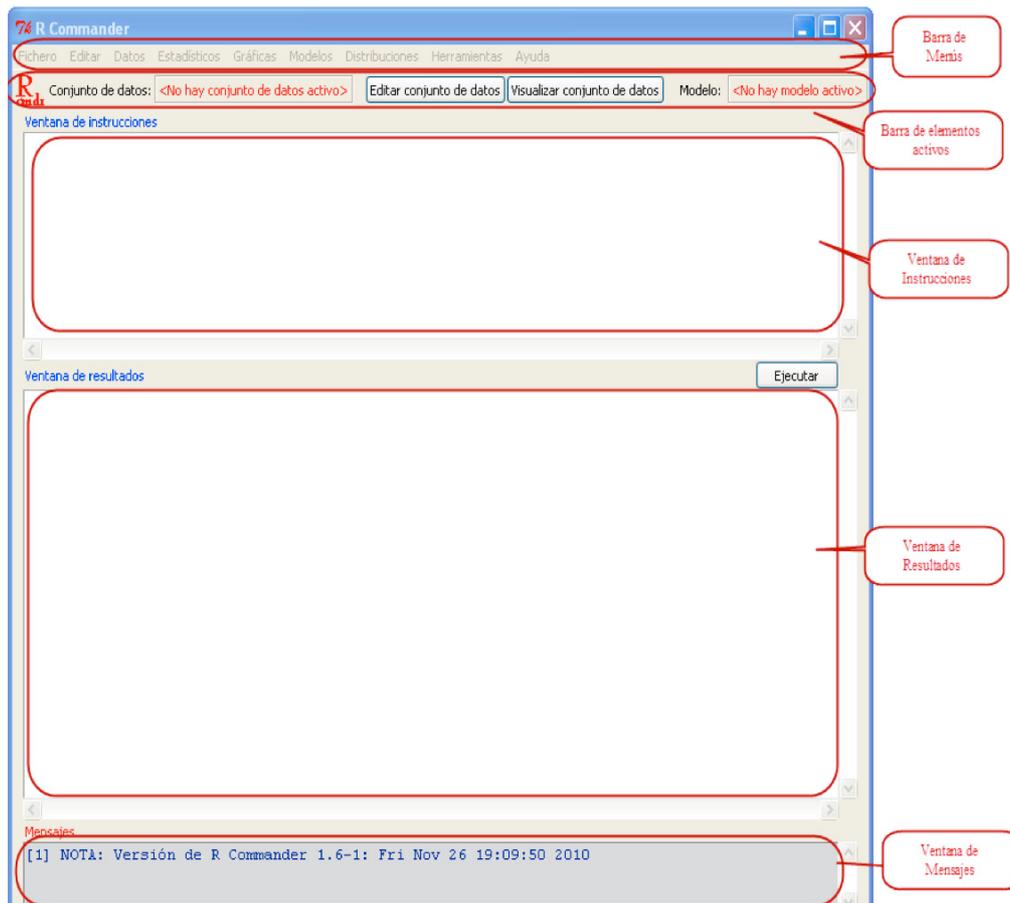
3.- Ventana de instrucciones. Todas las operaciones ejecutadas por medio de los menús de **Rcmdr** generan de forma automática comandos en R que se visualizan en la ventana de instrucciones. Además, en esta ventana se puede escribir directamente el comando u operación que se desee ejecutar. Una vez escrita una función basta seleccionarla con el ratón y pulsar la opción  o las teclas **Ctrl+r** para su ejecución.

4.- Ventana de resultados. Es una ventana de edición en la que irán apareciendo tanto los comandos ejecutados (en color rojo) como los resultados generados por ellos (en color azul oscuro).

NOTA

Los gráficos generados con R Commander aparecen por defecto en otra ventana (dispositivo aráfico) de salida.

5.- Ventana de mensajes. La ventana de mensajes ofrece información sobre el conjunto de datos que se está utilizando (mensajes en azul oscuro), los errores cometidos (mensajes en rojo) y avisos surgidos durante la ejecución de los comandos (mensajes en verde).



6.9 Figura. Ventana R Commander

6.5 Opciones de la barra de menús de R Commander

La barra de menús de **Rcmdr** ofrece las siguientes opciones generales:

1.- Archivo. Permite gestionar la lectura y grabación de ficheros de instrucciones o de ficheros de salidas generados por R. Los ficheros de instrucciones se graban por defecto con la extensión **“.R”**, mientras que las salidas generadas se almacenan en formato texto **“.txt”**. Las opciones relacionadas con el entorno de trabajo permiten guardar todos los objetos (vectores, matrices, marcos de datos...) generados durante una sesión con el fin de poder acceder a ellos en sesiones posteriores. Estos objetos podrán ser cargados a través de la opción **Datos > Cargar conjunto de datos**. Aunque es posible guardar la sesión de trabajo bajo cualquier extensión, la opción de cargar los datos utiliza por defecto la extensión **“.Rda”** (Rdatos).

2.- Edición. Las opciones que abre el menú de edición son las propias de cualquier editor al uso (cortar, copiar, pegar, buscar...) que podrán ser utilizadas tanto en la ventana de instrucciones como en la ventana de salidas.

3.- Datos Esta opción da paso a una serie de submenús relacionados con la lectura e importación de conjuntos de datos y la manipulación de variables contenidas en ellos.

4.- Estadísticos. Accede a los submenús asociados con la descripción de datos, análisis estadísticos básicos, tests no paramétricos, estudio de la fiabilidad y dimensionalidad o ajuste de modelos lineales.

5.- Gráficos. Por medio de esta opción se accede a un submenú para la generación de gráficos básicos. La gama que ofrece **Rcmdr** es amplia y es posible adaptarla a situaciones y necesidades específicas.

6.- Modelos. Una vez ajustado un modelo, **Rcmdr** ofrece la posibilidad de profundizar en él por medio de información diagnóstica sobre su ajuste que puede acompañarse además con información gráfica.

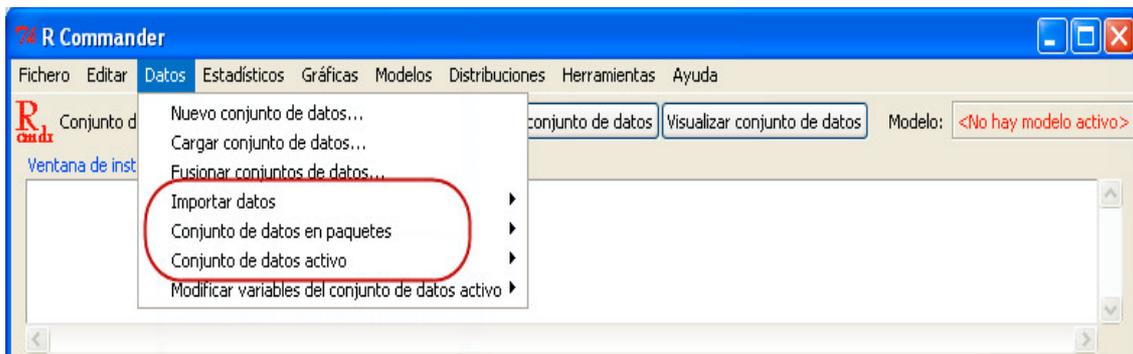
7.- Distribuciones. Esta ventana ofrece un acceso rápido a las distribuciones estadísticas más comunes, tanto continuas como discretas, y permite generar datos, dibujar gráficos, estimar cuantiles o probabilidades.

8.- Herramientas. Permite cargar paquetes de R (que tienen que estar ya instalados) y fijar varios parámetros relacionados con la configuración de **Rcmdr**.

9.- Ayuda. Por medio de esta opción se accede a un fichero que contiene información sobre el manejo de **Rcmdr**.

7 Introducir datos en R Commander

El primer paso en cualquier proceso de análisis es acceder a los datos. Los datos que queramos analizar han de definirse como el conjunto de datos activo. Básicamente son tres las posibilidades que ofrece **Rcmdr** para definir el conjunto de datos activo: teclear los datos directamente, leer los datos que han sido creados en sesiones previas, o importar los datos desde formatos diferentes al utilizado por R. Las tres opciones son accesibles a través de la opción **Datos** de la barra de menús.



7.1 Figura. Ventana de introducción de datos.

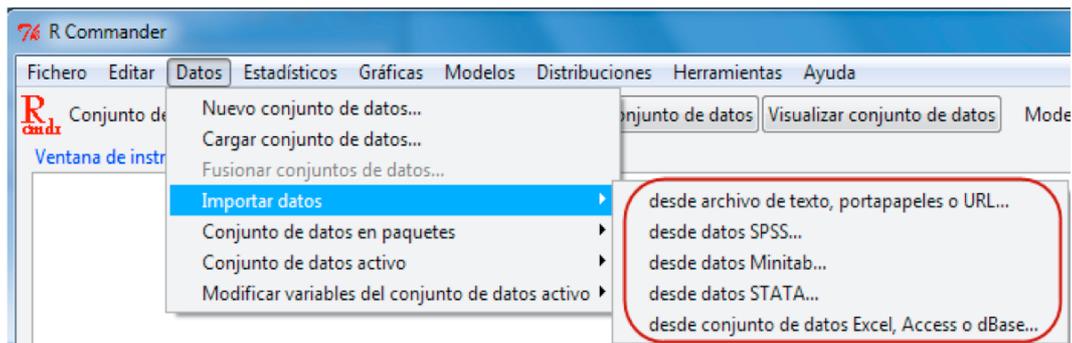
NOTA

El editor de datos de **Rcmdr** es bastante limitado, por lo que este modo de introducir datos es adecuado solo cuando el número de datos no es cuantioso.

La opción que recomendamos es generar el fichero de datos en un programa externo a **Rcmdr** y utilizar la opción **Importar datos**, tal como se explica a continuación.

7.1 Importar datos

Rcmdr puede leer datos almacenados bajo distintos formatos a través de la opción **Datos > Importar datos**.



7.2 Figura. Importar datos. Formatos

En el siguiente ejemplo importaremos un fichero creado en una hoja de cálculo de Excel. El archivo contiene los datos que utilizaremos como base en esta guía.

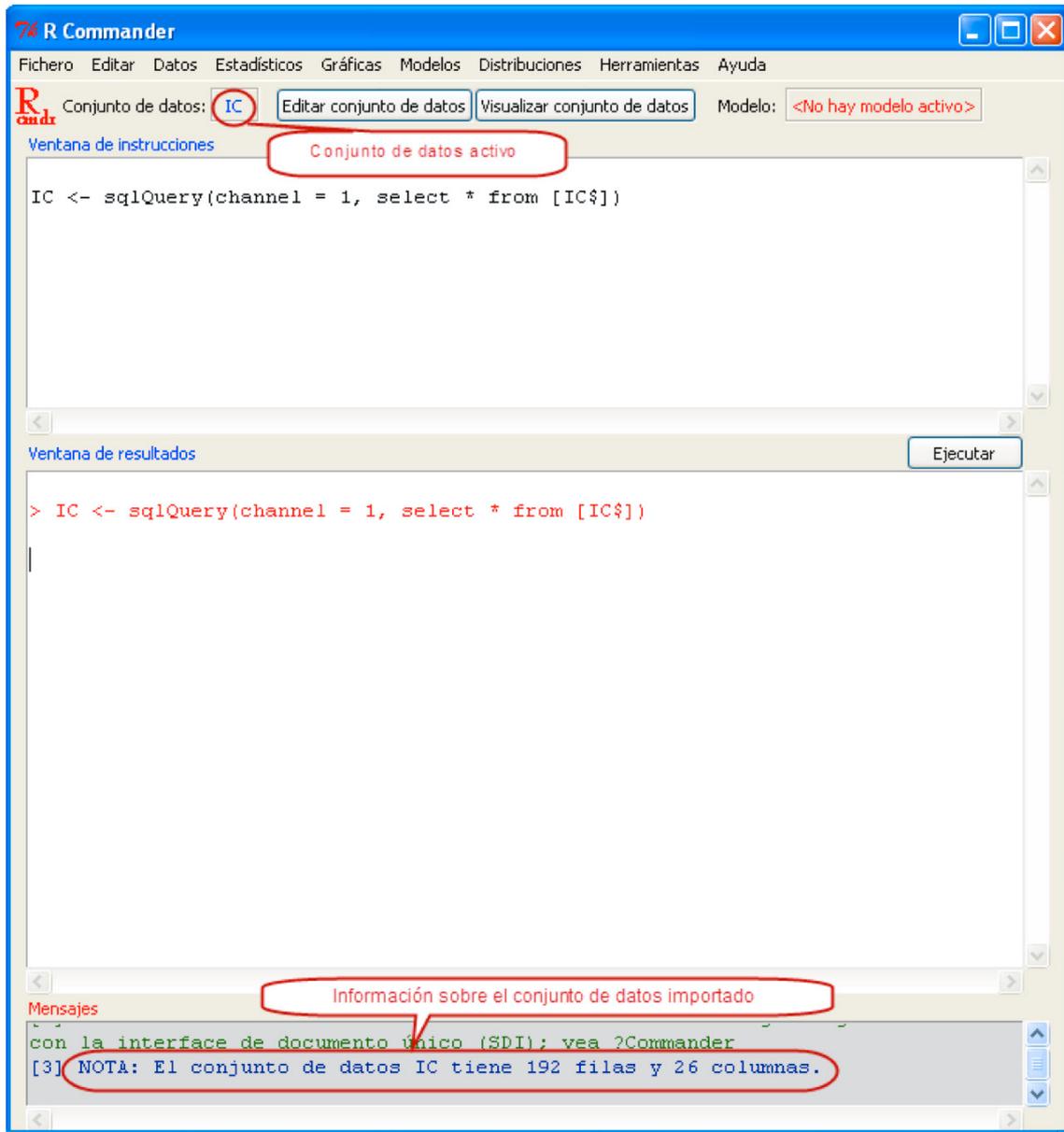
7.1.1 Lectura de datos en formato Excel, Access o dBase

Tenemos que importar los datos del archivo EDI_practicas.xls y para ello utilizamos la secuencia **Datos > Importar Datos > desde conjunto de datos Excel, Access o dBase**. La ventana abierta permitirá asignar un nombre al conjunto de datos en R (no tiene por qué coincidir con el nombre de fichero que está siendo importado).



7.3 Figura. Importar datos desde Excel

Tras la importación, la ventana de **Rcmdr** presentará el siguiente aspecto:



7.4 Figura. Importar datos desde Excel

La ventana de instrucciones mostrará el comando que indica la creación de un marco de datos de nombre IC. En la ventana **Conjunto de Datos** aparecerá ahora **IC**. Disponemos de un conjunto de datos activo sobre el que se ejecutarán las funciones que indiquemos.

La opción de **Visualizar conjunto de datos** mostrará la siguiente pantalla, en la que aparecen los nombres de las variables y los datos introducidos.

	Edad	Edad_REC	Sexo	Pesoact	Altura	Pesomax	Pesomin	Pesoideal	item1	item2	item3	it
1	29	3	V	84.0	188	88	80	84	5	6	2	
2	21	1	V	117.0	182	122	80	80	1	2	6	
3	46	3	V	80.0	173	82	75	80	4	6	5	
4	24	2	V	77.0	186	78	72	80	2	6	1	
5	19	1	V	80.0	187	93	75	79	6	6	2	
6	18	1	V	74.0	185	76	69	79	2	6	3	
7	21	1	V	78.0	183	83	73	78	6	6	1	
8	25	2	V	82.6	174	83	67	78	1	4	5	
9	20	1	V	70.0	182	73	65	77	4	6	2	
10	18	1	V	85.0	181	88	78	75	6	6	6	
11	21	1	V	76.0	181	82	73	75	6	6	1	
12	19	1	M	82.0	166	85	70	75	3	4	4	
13	19	1	V	75.0	170	80	70	75	6	6	1	
14	18	1	V	65.0	180	65	65	75	6	6	3	
15	20	1	V	75.0	180	80	64	75	2	5	4	
16	20	1	M	74.0	162	89	70	74	6	4	6	
17	20	1	V	71.0	176	71	69	73	6	5	1	
18	20	1	V	75.0	173	77	68	73	6	6	1	
19	19	1	V	75.0	176	77	73	73	6	5	1	
20	36	3	M	72.0	183	90	70	72	6	6	1	
21	22	2	V	75.0	184	77	68	72	5	4	2	
22	49	3	M	95.0	169	100	70	70	1	1	6	
23	20	1	M	90.0	172	90	70	70	1	3	6	
24	18	1	V	73.0	177	73	70	70	4	5	4	
25	19	1	V	70.0	185	70	70	70	6	4	2	
26	21	1	V	72.0	176	90	68	70	5	6	3	
27	26	3	V	74.0	173	81	67	70	6	5	1	
28	19	1	M	74.0	178	75	67	68	5	1	2	
29	42	3	M	72.0	164	76	64	68	6	4	1	
30	19	1	V	77.0	174	85	68	67	6	4	1	

7.5 Figura. Conjunto de datos activo

Las teclas Avance Página (*AvPág*) y Retroceso Página (*RePág*) nos permiten acceder a las pantallas posterior y anterior a la pantalla visible. La tecla *Home* sitúa el cursor en la primera celda de la matriz (Fila1 Columna1). La tecla *End* lleva al cursor a la última fila de la matriz. Puede redimensionarse el tamaño de las columnas situándose en cualquiera de las celdas y pulsando la tecla derecha del ratón. Una vez finalizada la introducción de datos la opción **Cerrar** del menú **Archivo (Archivo>Cerrar)** nos hará abandonar esta ventana.

NOTA

El carácter por defecto que utiliza **Rcmdr** para definir los valores faltantes es **NA**.

Cuando se importa un fichero de datos es importante que todos los valores faltantes estén codificados del mismo modo para que su lectura no genere errores.

7.2 Editar mis datos y modificar valores

La opción de **Editar Conjunto de Datos** además de permitirnos introducir datos nos permite modificarlos. Por ejemplo, en el ejemplo anterior hemos tecleado un valor erróneo en la variable Altura (fila 7). Para corregirlo, basta situarse sobre esa celda y teclear el valor correcto. Con esa simple acción habremos corregido nuestros datos.

	Edad	Edad_REC	Sexo	Pesoact	Altura	Pesomax	Pesomin	Pesoideal	item1
1	29	3	V	84	188	88	80	84	5
2	21	1	V	117	182	122	80	80	1
3	46	3	V	80	173	82	75	80	4
4	24	2	V	77	186	78	72	80	2
5	19	1	V	80	187	93	75	79	6
6	18	1	V	74	185	76	69	79	2
7	21	1	V	78	183	83	73	78	6
8	25	2	V	82.6	174	83	67	78	1
9	20	1	V	70	182	73	65	77	4
10	18	1	V	85	181	88	78	75	6
11	21	1	V	76	181	82	73	75	6
12	19	1	M	82	166	85	70	75	3
13	19	1	V	75	170	80	70	75	6
14	18	1	V	65	180	65	65	75	6
15	20	1	V	75	180	80	64	75	2
16	20	1	M	74	162	89	70	74	6
17	20	1	V	71	176	71	69	73	6
18	20	1	V	75	173	77	68	73	6
19	19	1	V	75	176	77	73	73	6

7.6 Figura. Modificar un valor

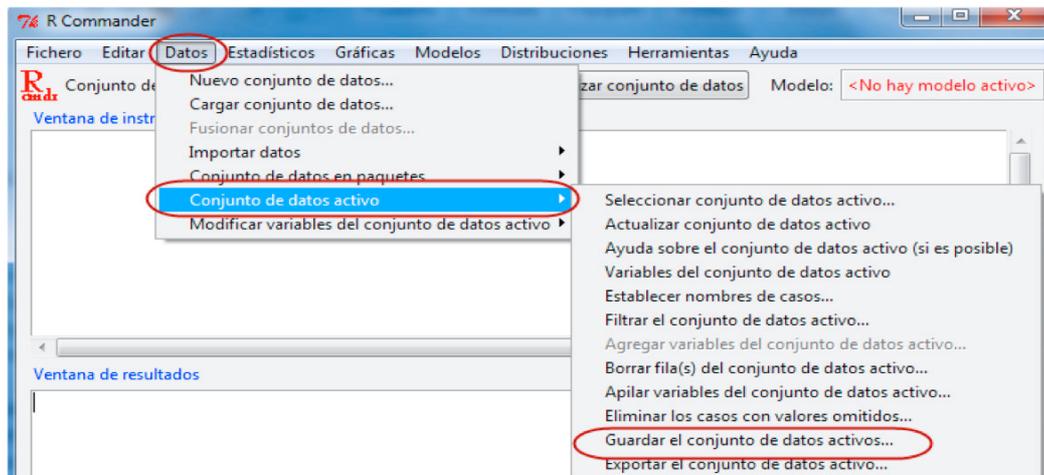
Es importante tener presente que crear el marco de datos no implica que los datos nombrados como "IC" hayan sido grabados; si se desea trabajar con ellos en sesiones posteriores tienen que guardarse.

NOTA

Para guardar los cambios es necesario grabarlos: **Datos>Conjunto de datos activo > Guardar conjunto de datos activos.**

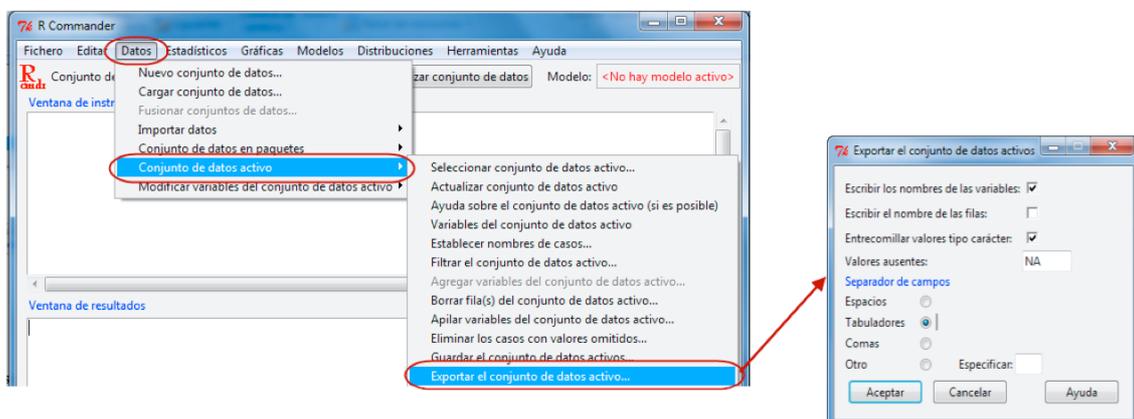
7.3 Guardar los datos

La opción **Datos > Conjunto de datos activo > Guardar conjunto de datos activos** permite guardar el objeto de trabajo activo con extensión por defecto ".Rda" (datos R). Es importante recordar que independientemente de cómo se renombre el objeto de trabajo, esta opción guarda el conjunto de datos activo que se muestra en la ventana plana "**Conjunto de Datos**".



7.7 Figura. Guardar conjunto de datos activo

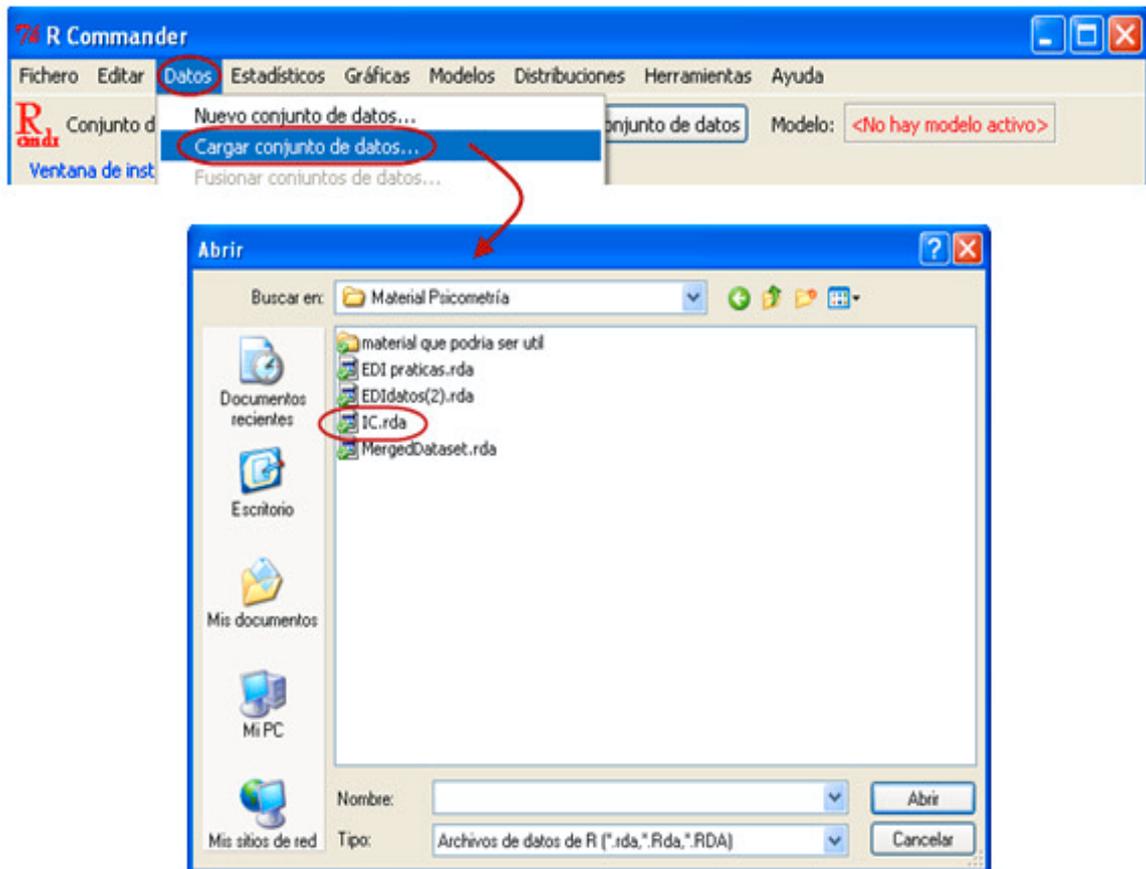
También es posible guardar los datos como archivo de texto (extensión ".txt" o ".dat"). La opción **Datos > Conjunto de datos activo > Exportar el conjunto de datos activo** abre una ventana de diálogo en la que se fijan varias opciones de exportación.



7.8 Figura. Exportar el conjunto de datos

7.4 Utilizar los datos guardados en una sesión de trabajo anterior

La opción **Datos > Cargar conjunto de datos** permite abrir un conjunto de datos que ha sido previamente almacenado como datos de R (.Rda).

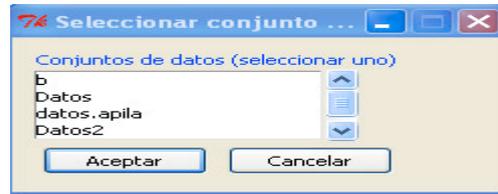


7.9 Figura. Cargar datos

7.5 Trabajar con varios conjuntos de datos a la vez

Es posible tener cargados varios conjuntos de datos, aunque sólo puede haber un conjunto de datos activo. Para cambiarlo basta con pulsar sobre el nombre del conjunto de datos sobre el que se está trabajando. Esta acción

abrirá una ventana en la que seleccionaremos los datos sobre los que queremos trabajar.

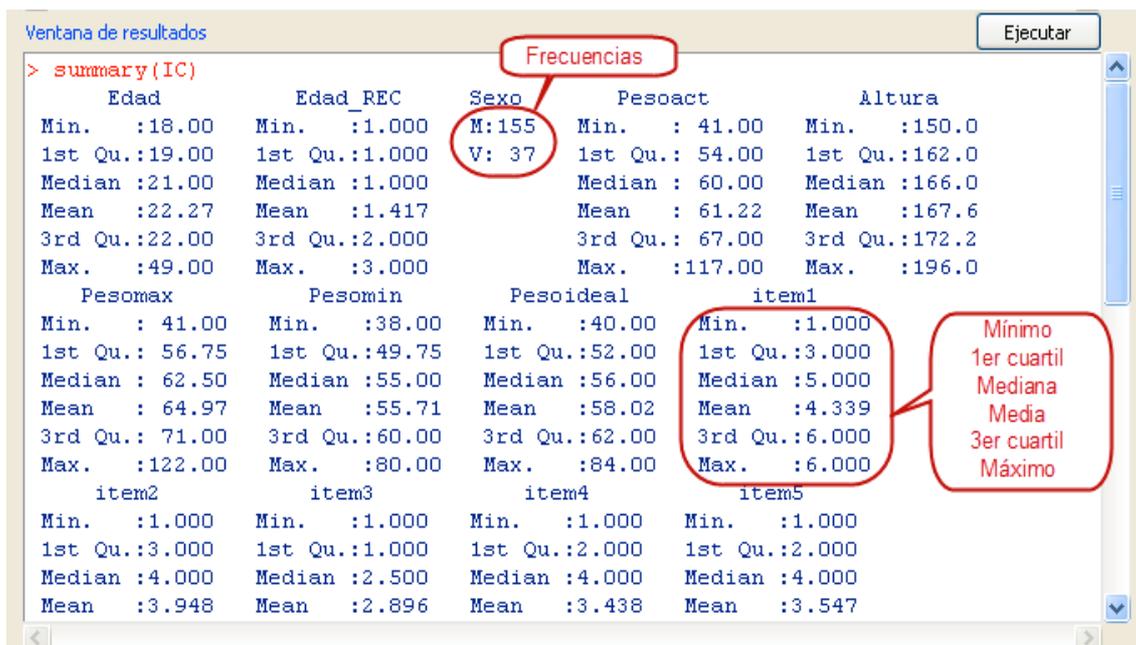
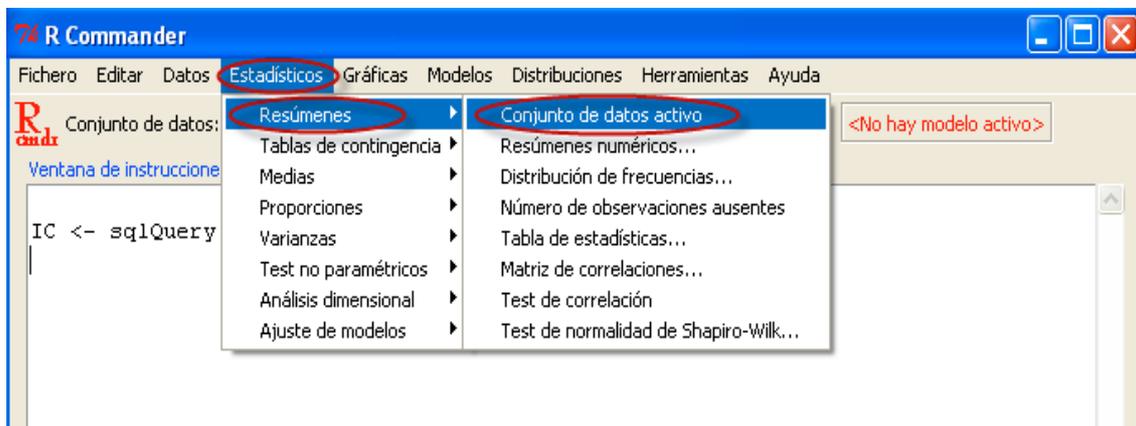


7.10 Figura. Seleccionar conjunto de datos

8 Calidad de los datos

Un aspecto esencial previo al análisis de los datos, es cerciorarnos de que no existen valores aberrantes en nuestro conjunto de datos.

Las características básicas de las variables que componen el conjunto de datos activo se obtienen fácilmente a través de la opción **Estadísticos > Resúmenes > Conjunto de datos activo**.



8.1 Figura. Análisis de las características del conjunto de datos.

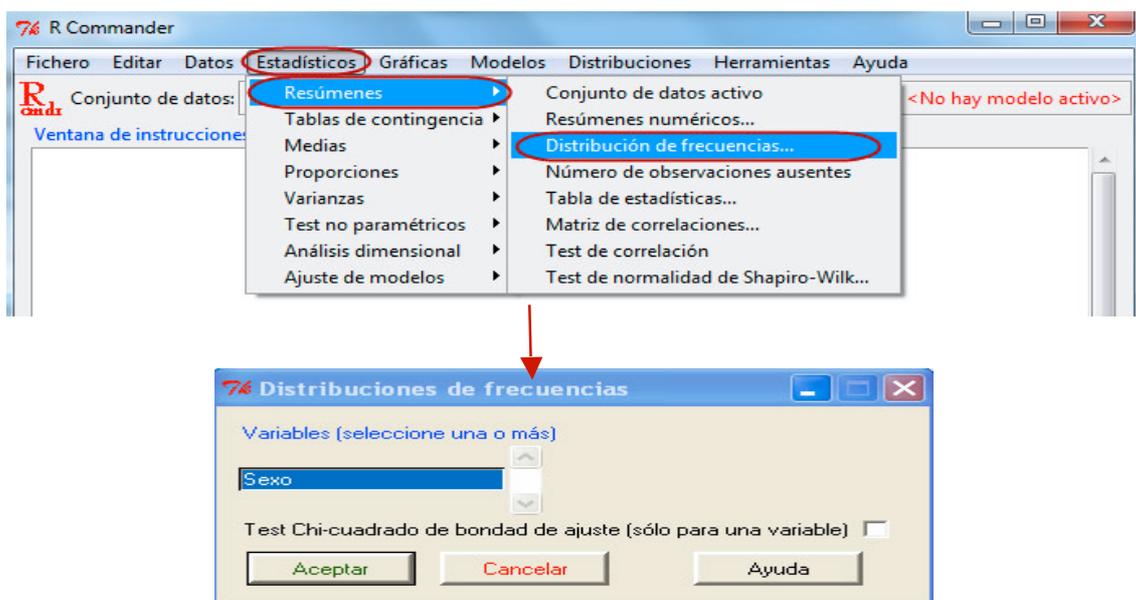
De este modo se logra una breve descripción numérica de las variables que conforman el conjunto de datos. En el caso de los factores, la función **summary()**, reporta el número de observaciones en cada una de las categorías definida (obsérvense los datos referidos al factor Sexo). Para las variables numéricas se obtienen, el valor mínimo (Min), el valor máximo (Max), la mediana (Median) y la media aritmética (Mean). También ofrece los valores del primer y tercer cuartil (1st Qu. y 3rd Qu.); valores que dejan bajo ellos el 25% y el 75% de la distribución respectivamente.

En la salida anterior podemos comprobar que la puntuación mínima obtenida en el ítem 2 de la escala Insatisfacción corporal fue 1 y la puntuación máxima fue 6. La media aritmética en el ítem es 3,94 y el valor central de la distribución -la mediana- es 4. Los valores que dejan por debajo el 25% y el 75% de los caso son el 3 y el 6.

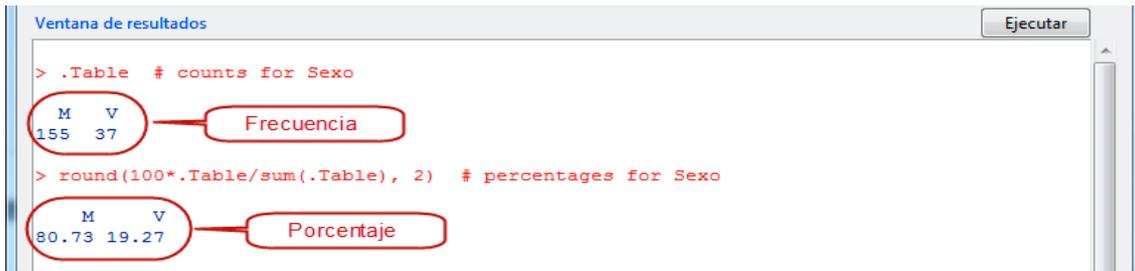
9 Descripción de la Muestra

La descripción de los participantes es esencial dentro de cualquier investigación. Exige hacer una presentación lo más clara posible de: 1) la población destinataria del test; 2) el tipo de muestreo utilizado y su justificación; 3) el número de personas que componen la muestra; 4) la descripción de las características de los participantes (edad, sexo, raza, nivel de estudios, nivel socioeconómico, etc.) y; 5) los posibles grupos específicos o distintivos, si es que los hay.

Para describir la muestra pueden utilizarse análisis de frecuencias, estadísticos descriptivos (media, desviación típica), tablas de contingencia e incluso representaciones gráficas de la distribución de algunas variables. En la figura 9.1, se ejemplifican los pasos necesarios para obtener información acerca de la frecuencia y el porcentaje de varones y mujeres que participaron en la investigación utilizada como ejemplo.



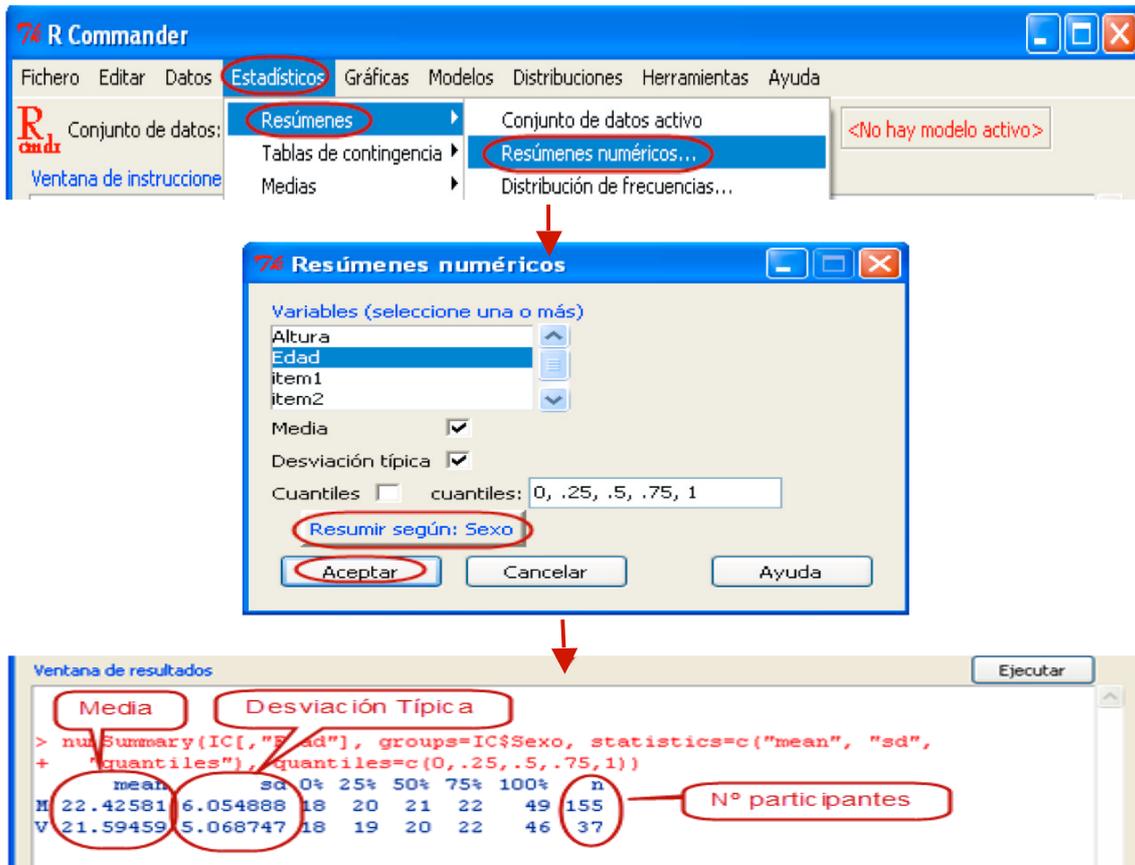
9.1 Figura. Distribución de frecuencias



9.2 Figura. Frecuencia de varones y mujeres

De los resultados obtenidos puede desprenderse que en este estudio participaron 192 personas, de las cuales 155 (80,73%) fueron mujeres y 37 (19,27%) varones.

Además, puede interesarnos conocer la edad media de los participantes en función del sexo; es decir, la media de edad de los varones, y la media de edad de las mujeres. Para ello la opción más sencilla es **Estadísticos > Resúmenes > Resúmenes numéricos...**



9.3 Figura. Estadísticos descriptivos muestrales

La información mostrada en la ventana de resultados indica que el grupo de mujeres tiene una edad media de 22,42 años (desviación típica (DT)= 6,05 años) y el grupo de varones tiene una edad media de 21,59 años (DT=5,06).

10 Análisis de los Ítems

10.1 Recodificar los ítems inversos

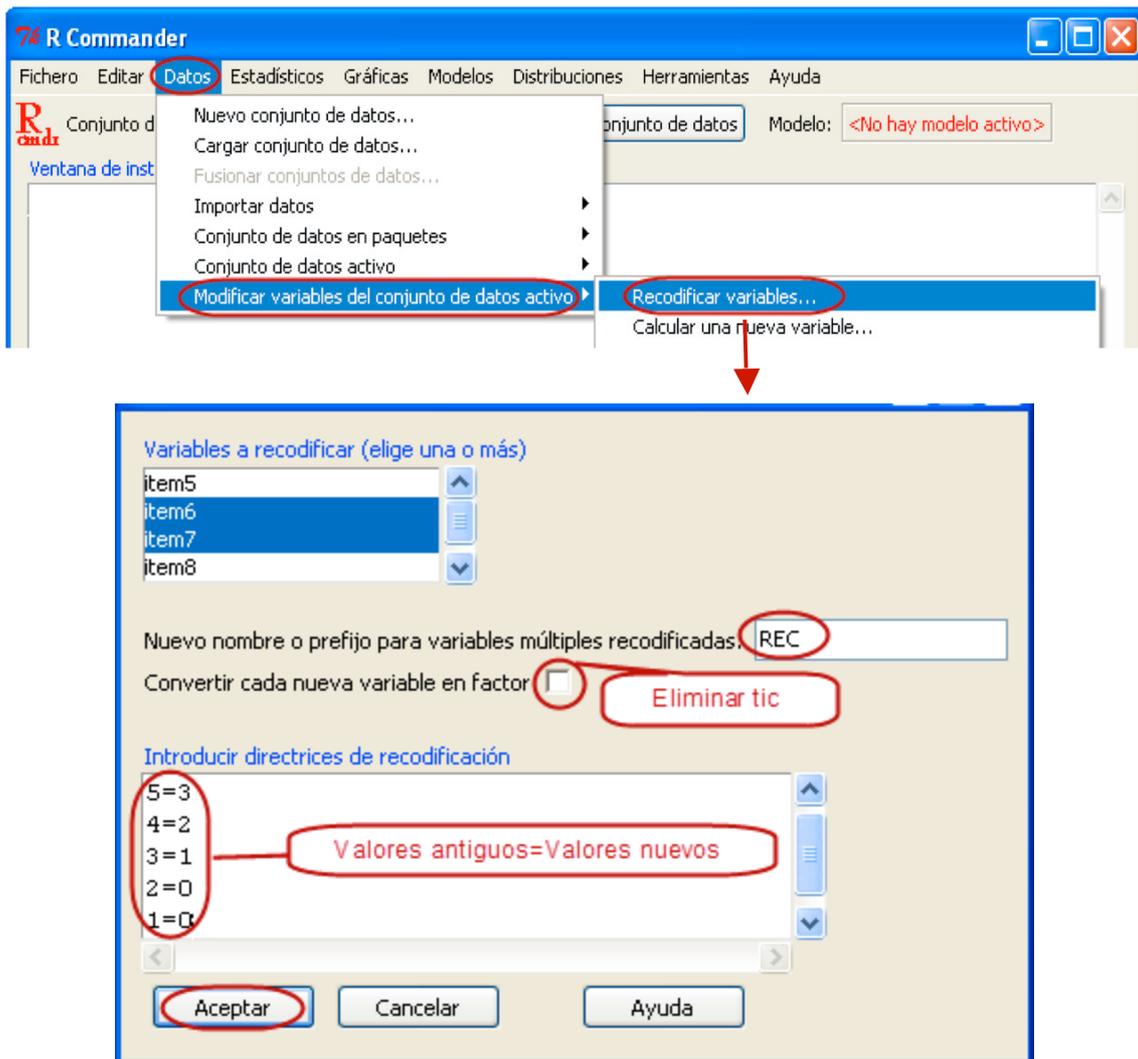
Antes de realizar cualquier análisis estadístico, es importante determinar cuál es el sentido de la medida o la valencia de los ítems, es decir, cual es la dirección en que los ítems reflejan el constructo a medir. Es necesario redireccionar los ítems inversos situando todos los ítems de la escala en el mismo sentido.

Un ejemplo de esta situación es la corrección del “Eating Disorder Inventory-3” (EDI-3; Garner, 2004). En el manual de este cuestionario su autor recomienda utilizar una regla de corrección según la cual las dos categorías en el polo asintomático se funden en una sola. En el caso de los ítems de insatisfacción corporal las reglas de asignación a aplicar quedan recogidas en la siguiente tabla:

Ítem	Valores iniciales	Valores recodificados
1-2-6-7-9	6-5-4-3-2-1	4-3-2-1-0-0
3-4-5-8-10	6-5-4-3-2-1	0-0-1-2-3-4

10.1 Tabla. Recodificación ítems Insatisfacción Corporal

Para ejecutar esta reasignación de valores en **R Commander** la opción a seleccionar es **Recodificar Variables (Datos > Modificar variables del conjunto de datos activo > Recodificar variables)**.

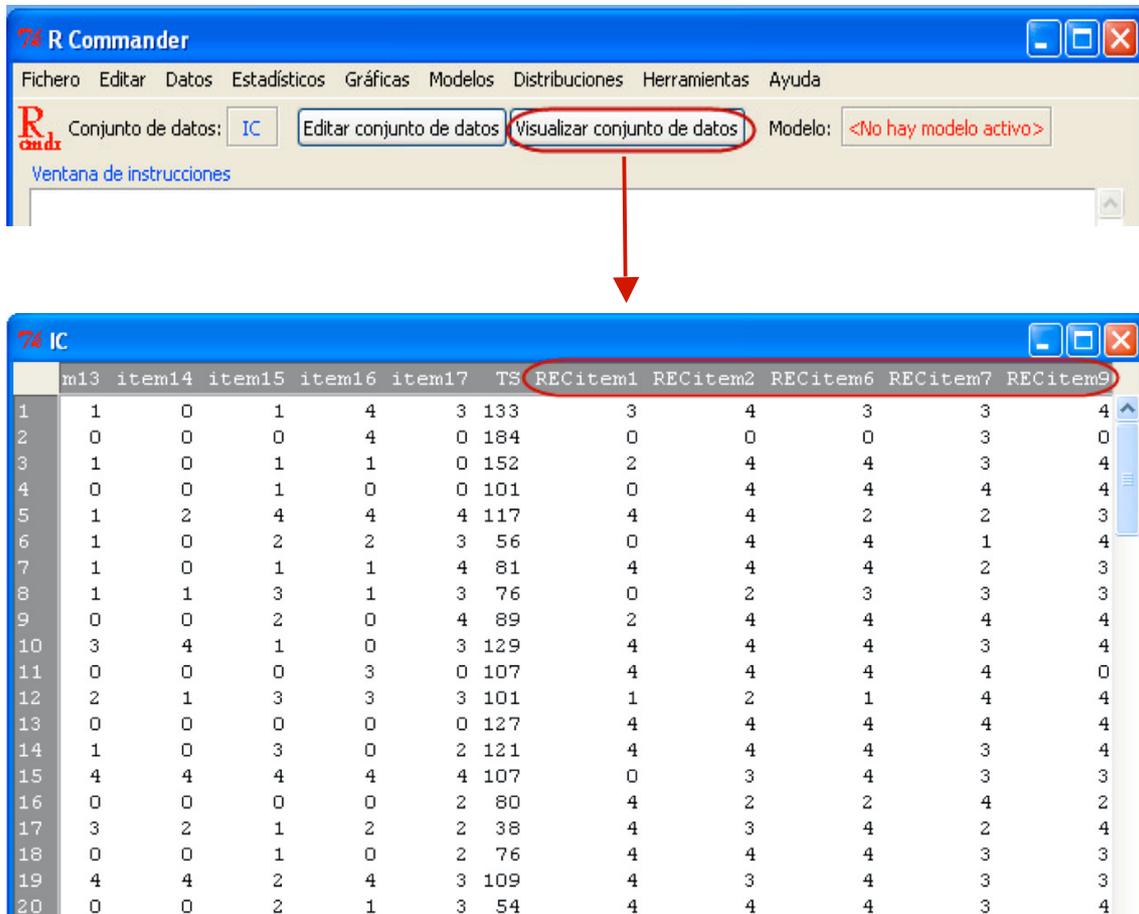


10.1 Figura. Recodificación de variables

La ventana de **Rcmdr** permite seleccionar simultáneamente todas aquellas variables cuya recodificación se ajusta al mismo patrón (manteniendo pulsada la tecla **Ctrl**). En el proceso de recodificación podemos utilizar las mismas variables del conjunto de datos activo y reasignarles los nuevos valores, o podemos crear nuevas variables que contengan los valores recodificados. Esta es la opción por la que hemos optado y que recomendamos. Téngase en cuenta que si se utilizan las mismas variables es imposible invertir el proceso.

En la figura anterior, se presenta el procedimiento para recodificar los valores de los ítems 1, 2, 6, 7 y 9. Para ello es necesario teclear los valores antiguos y los nuevos separados por el signo igual en la caja directrices de recodificación.

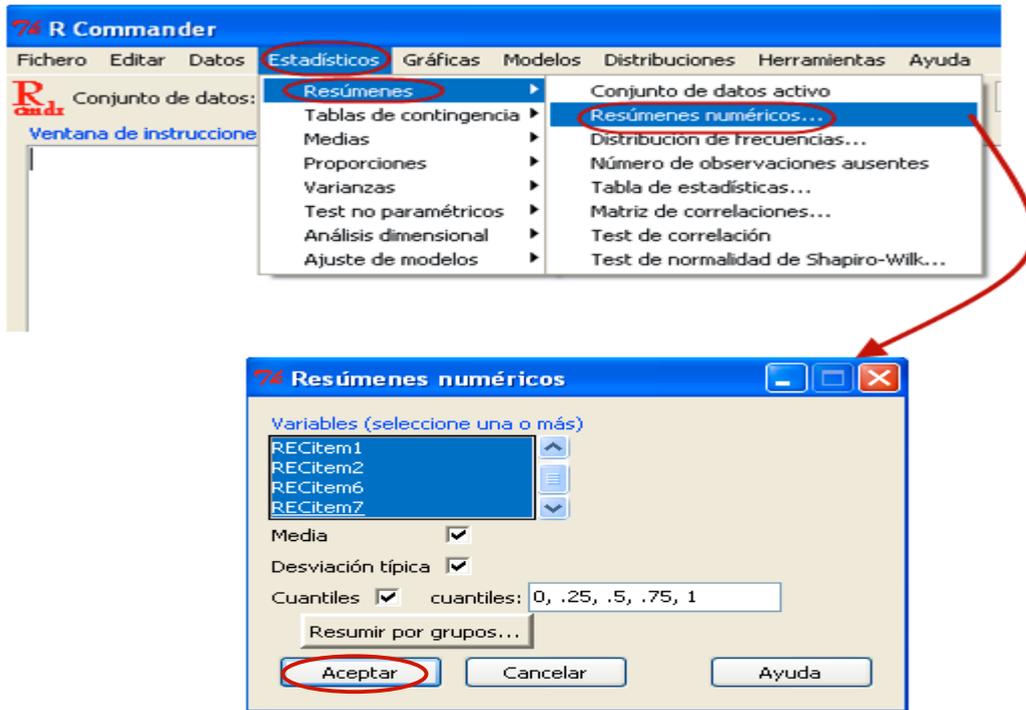
Como resultado de la recodificación obtenemos nuevas variables cuyo nombre es igual al de las variables ya existentes precedidas por el prefijo REC. Para comprobarlo utilizamos la opción **Visualizar conjunto de datos**.



10.2 Figura. Conjunto de datos con las variables recodificadas

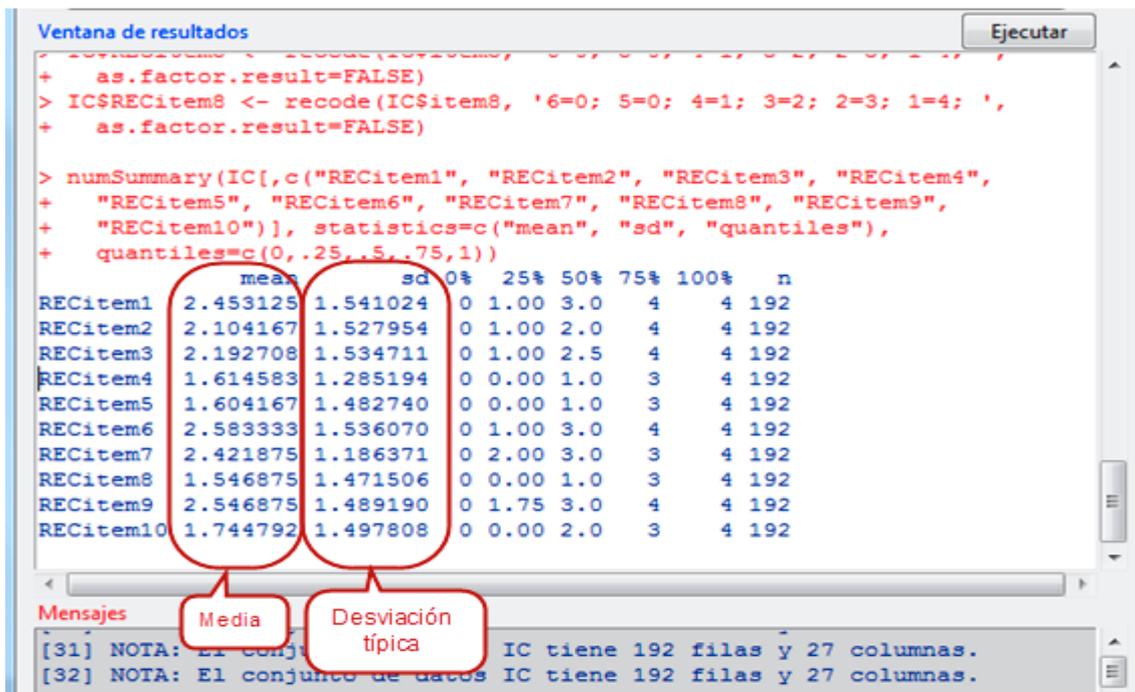
10.2 Índices basados en la distribución

Los estadísticos descriptivos de los ítems, media aritmética y desviación típica, se obtienen a través de la opción **Estadísticos > Resúmenes > Resúmenes numéricos**. En ella se seleccionarán las variables de interés dentro del conjunto de datos activo. En nuestro caso, los 10 ítems recodificados.



10.3 Figura. Estadísticos descriptivos de los ítems

La ventana de salida de **Rcmdr** ofrece una tabla con el siguiente aspecto:



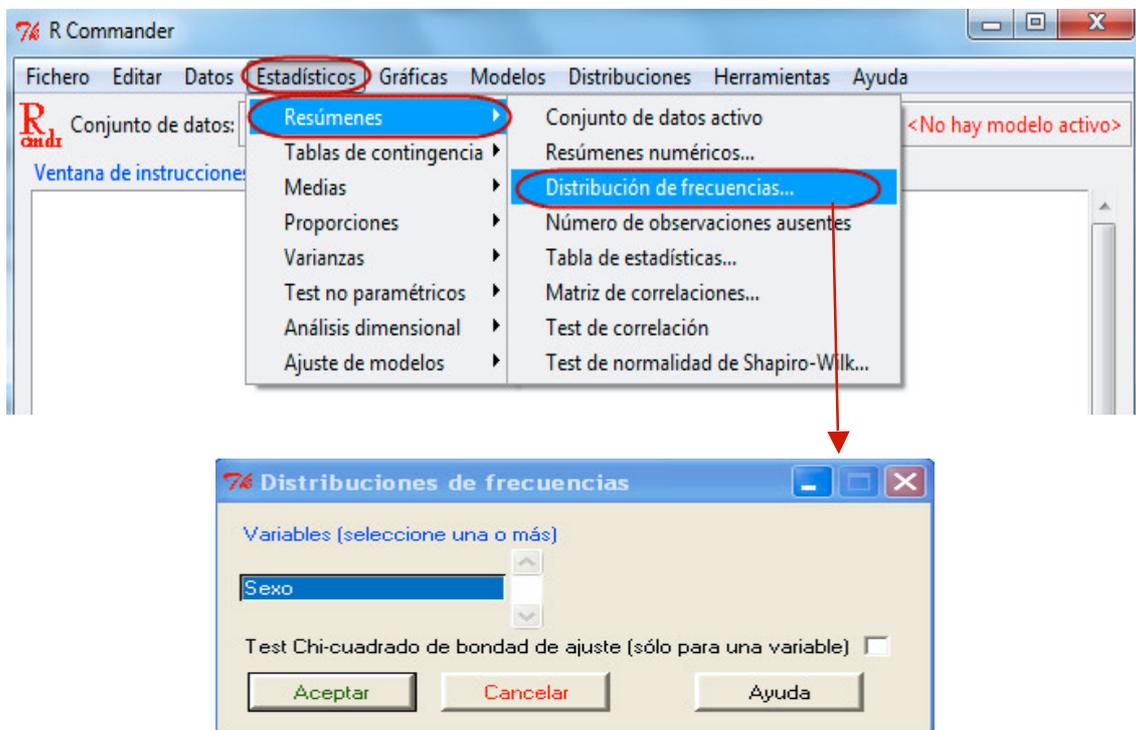
10.4 Figura. Estadísticos descriptivos de los ítems de Insatisfacción Corporal

En la tabla aparecen la media aritmética de cada ítem (mean), la desviación estándar (sd), el primer cuartil (25%), el segundo cuartil o mediana de la distribución (50%), tercer cuartil (75%), número de sujetos (n) y el número de valores faltantes en cada uno de los ítems (NA); En este ejemplo no hay valores faltantes.

10.3 Índices de atracción

Mediante el estudio de la distribución de frecuencias asociada a las respuestas dadas a cada uno de los ítems obtendríamos información sobre la “atracción” que ejerce cada una de las opciones de respuesta en la muestra de interés. El número (proporción o porcentaje) de sujetos que elige cada una de las categorías del ítem se conoce como índice de atracción del ítem.

La opción más sencilla para la obtención de la distribución de frecuencias referida a cada uno de los ítems de la escala que estamos analizando **Estadísticos > Resúmenes > Distribución de frecuencias**.



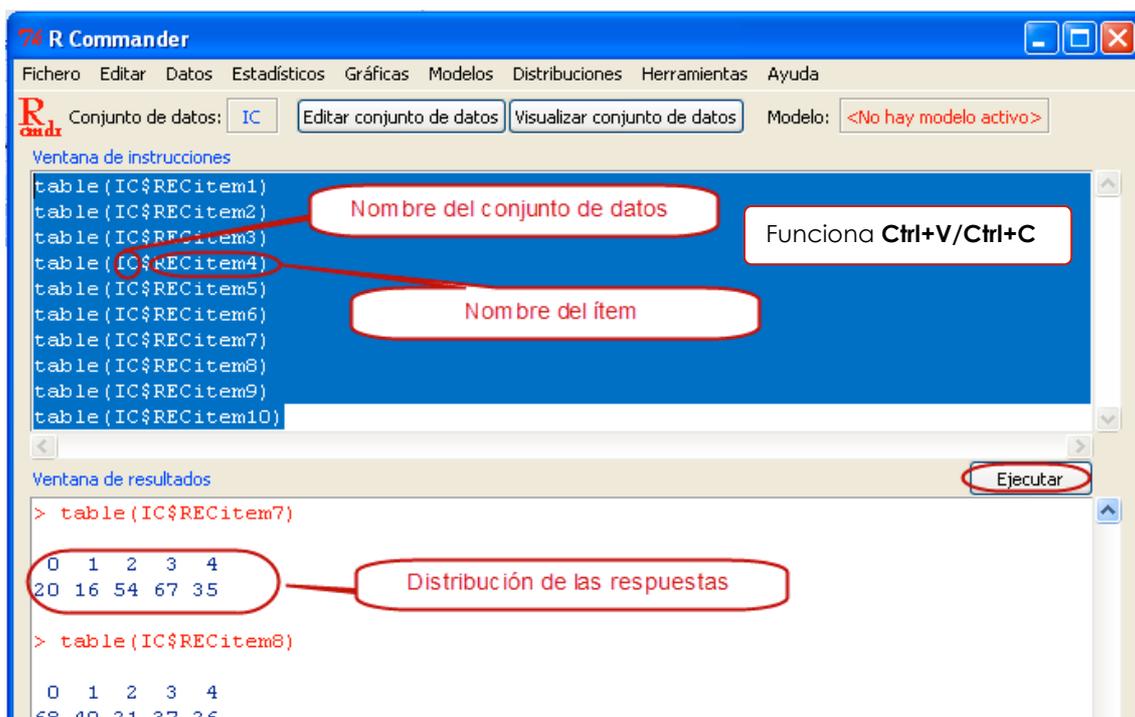
10.5 Figura. Distribución de frecuencias en cada categoría de respuesta

Ahora bien, si nos fijamos en la ventana que permite esta operación, comprobaremos que sólo aparecen en ella variables categóricas, es decir, factores. Dado que el tratamiento que están recibiendo los ítems es de tipo numérico no aparecen en la ventana de selección de variables.

Para salvar esta restricción la opción más sencilla es hacer uso de la función **table ()**.

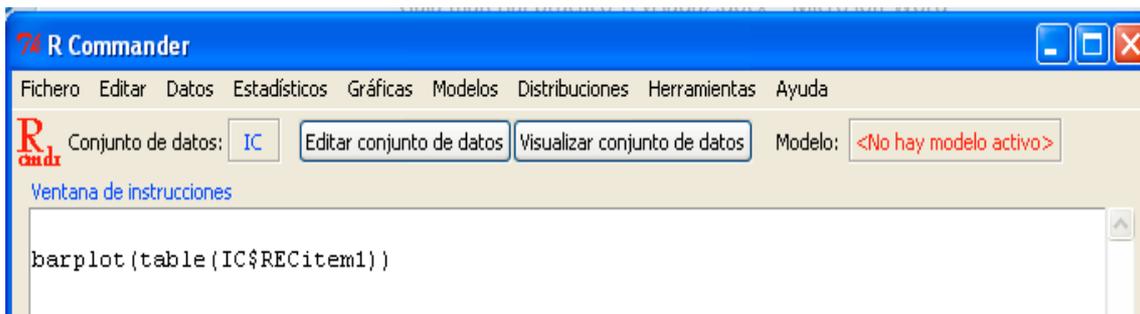
Para ello hay que teclear directamente en la ventana de instrucciones el siguiente comando **table (CONJUNTODEDATOS\$NOMBREDEVARIABLE)**. Entre paréntesis escribimos el nombre del conjunto de datos (en este ejemplo, IC), el símbolo "\$", y el nombre del ítem que queremos analizar (item1). Una vez escrito ese comando en la ventana de instrucciones, lo seleccionamos con el ratón y pulsamos **Ejecutar**.

Podemos utilizar las funciones "copiar" (Ctrl+C) y "pegar" (Ctrl+V) para copiar la instrucciones tantas veces como ítems tengamos. Una vez copiadas solo tendríamos que modificar el nombre de cada ítem. Seleccionar todas las instrucciones al mismo tiempo, y pulsar **Ejecutar**.

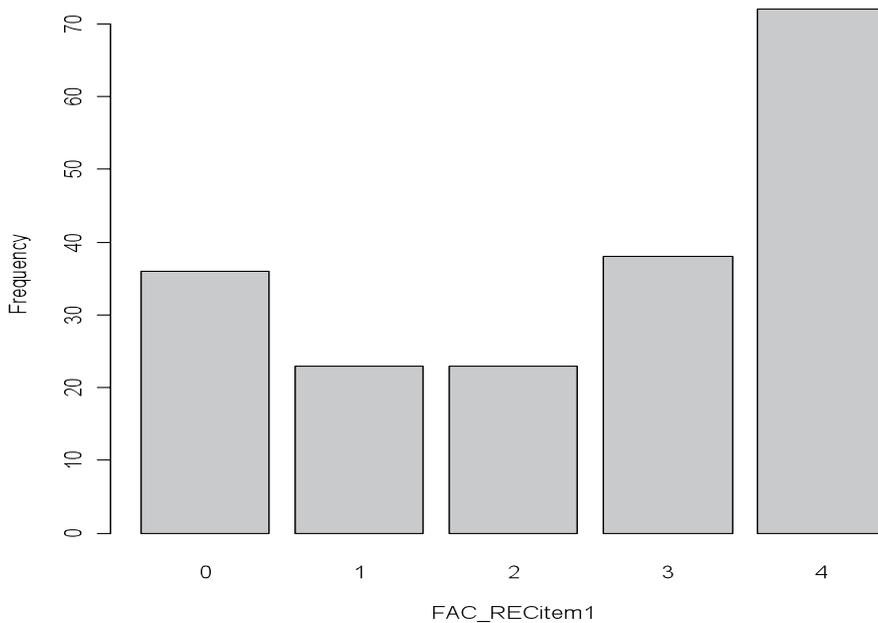


10.6 Figura. Distribución de frecuencias en cada categoría de respuesta

También es posible conseguir información representativa y clara sobre la distribución de frecuencias por medio del diagrama de barras. Su obtención es sencilla en **Rcmdr**; Basta con escribir en la ventana de instrucciones el comando **barplot (table (CONJUNTODEDATOS\$NOMBREDEVARIABLE))** utilizando la/s variable/s cuya distribución queremos conocer. Una vez escrito ese comando en la ventana de instrucciones, lo seleccionamos con el ratón y pulsamos **Ejecutar**.

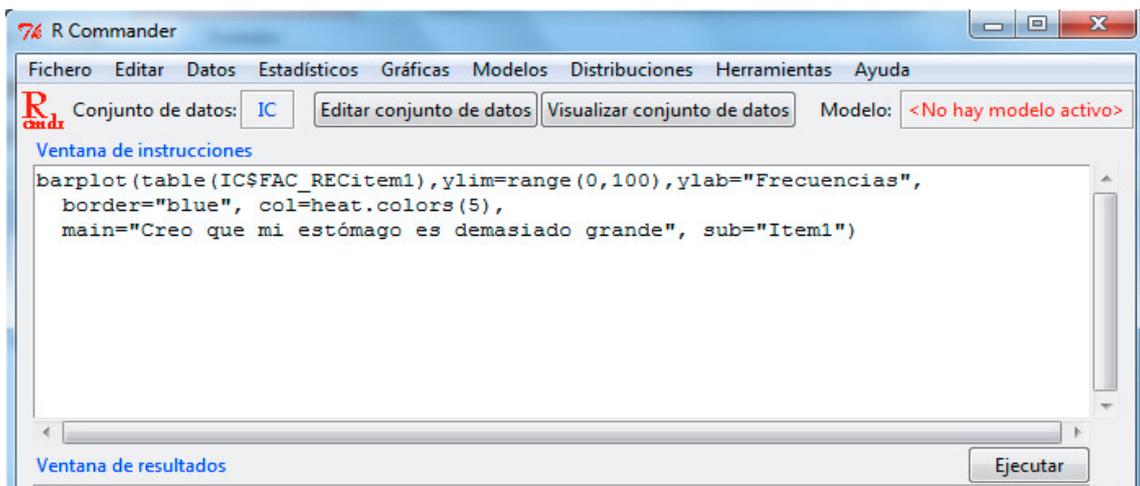


10.7 Figura. Diagrama de barras para la distribución de respuestas

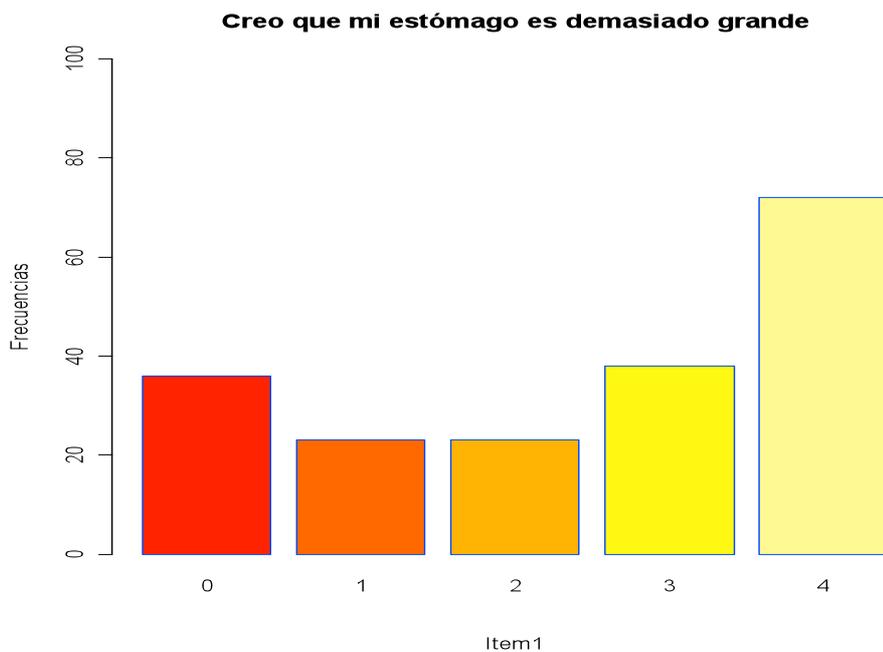


10.8 Figura. Diagrama de barras

Ahora bien, es posible modificar el aspecto del diagrama fijando los límites del eje de ordenadas (`ylim=range(0,100)`), añadiendo un título al mismo (`ylab="Frecuencias"`), especificando el color de las barras (`col=heat.colors(5)`), o incorporando un título, que en este caso identificamos con el contenido del ítem (`main="Creo que mi estómago es demasiado grande"`), y un indicativo del lugar que ocupa en la escala (`sub="Item1"`). El comando que debe escribirse en la ventana de instrucciones es el siguiente:



10.9 Figura. Comando para generar diagrama de barras modificado

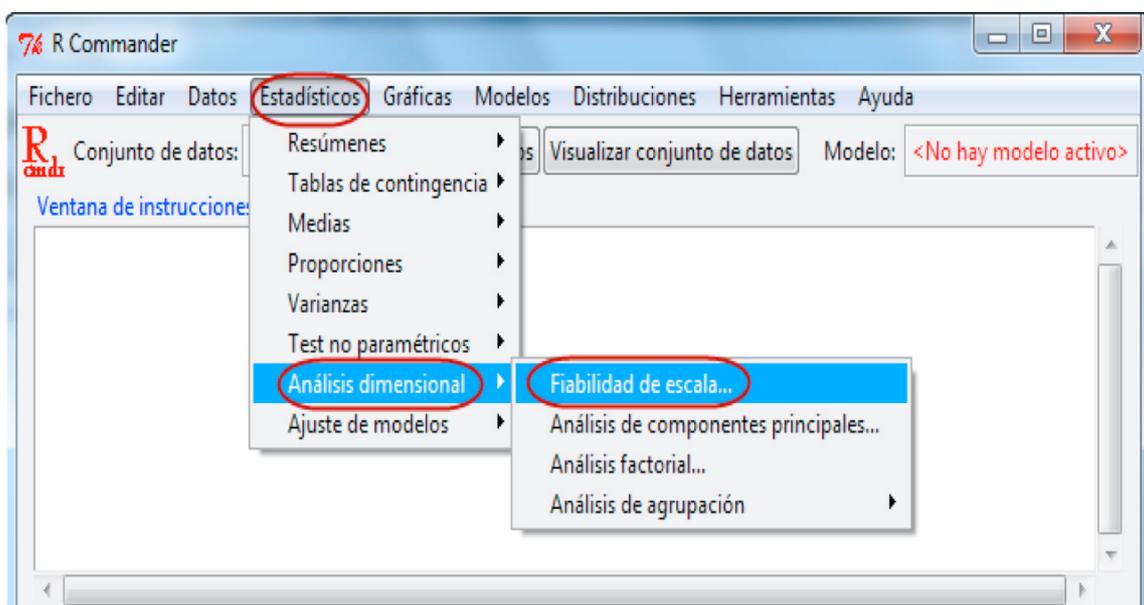


10.10 Figura. Diagrama de barras modificado

10.4 Índices de discriminación

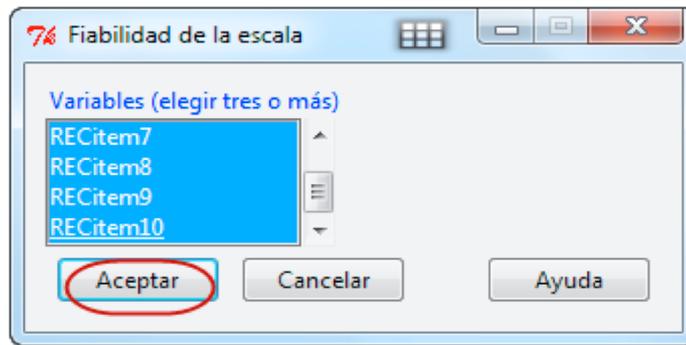
La relación entre cada uno de los ítems que componen una escala y la escala misma se analiza habitualmente por medio del índice de discriminación (r_{ix}). Es un coeficiente de correlación entre el ítem objeto de estudio y la puntuación total. La correlación ítem-test obtenida de este modo está incrementada espuriamente por la inclusión del ítem cuyo índice de discriminación se desea estimar en la puntuación total de la escala. Este aumento espurio puede ajustarse eliminando de la puntuación total la influencia del ítem y estimando la correlación entre el mismo y un compuesto formado por el resto de ítems de la escala. Este índice recibe el nombre de “Índice de discriminación corregido”.

Rcmdr ofrece el índice de discriminación corregido mediante la opción **Estadísticos > Análisis Dimensional > Fiabilidad de escala**.



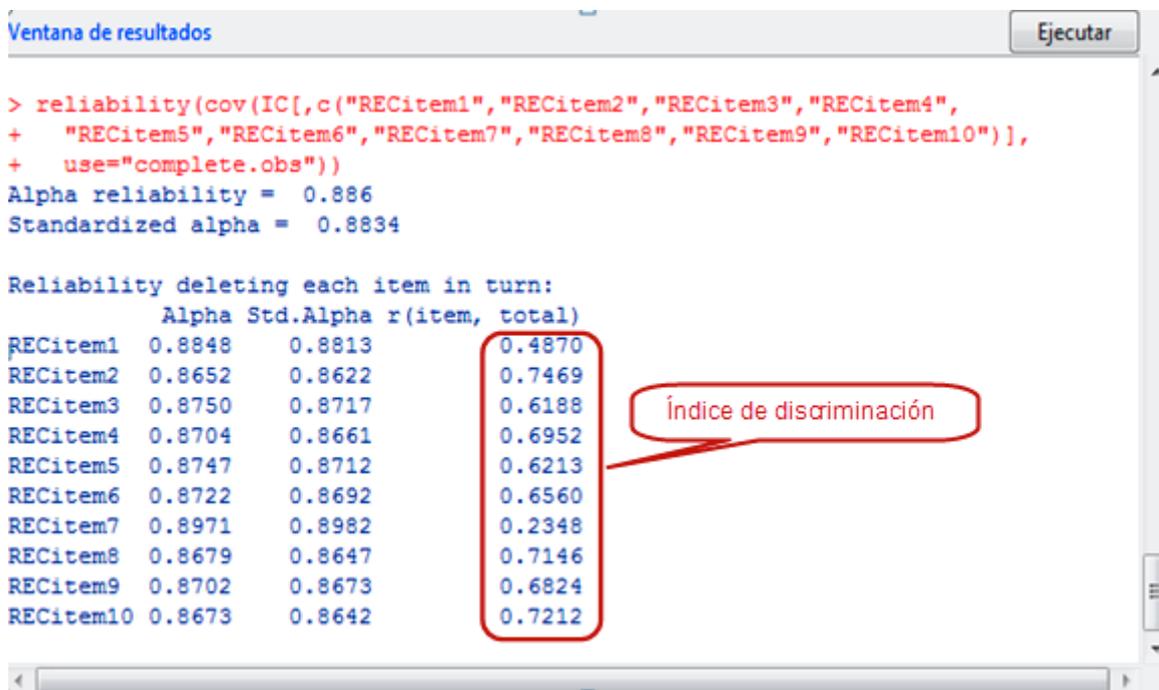
10.11 Figura. Índice de discriminación de los ítems.

Esa opción abre un cuadro de dialogo en el que se seleccionarán los ítems a analizar.



10.12 Figura. Índices de discriminación. Variables

La ventana de resultados presenta el siguiente aspecto:



10.13 Figura. Índices de discriminación de cada ítem

La última columna ofrece el valor de la correlación entre el ítem de la fila y la escala mutilada, es decir, ofrece información sobre el índice de discriminación corregido ($r(\text{ítem}, \text{total})$).

A pesar de que la fijación de puntos de corte referidos a la calidad de un índice es siempre interpretable en función del contexto, entre la comunidad psicométrica se acepta la siguiente clasificación referida al índice de discriminación (Elosua, 2005):

r_{ix}	Nivel de discriminación
$0,40 < a_i$	Muy bueno
$0,30 < a_i < 0,39$	Bueno
$0,20 < a_i < 0,29$	Deficiente
$a_i < 0,19$	Insuficiente

A partir de los resultados obtenidos en este apartado debemos depurar el test inicial, eliminando los ítems que no resulten apropiados. En caso de que se elimine algún ítem de la escala deben rehacerse todos índices utilizando únicamente los ítems que compondrán el test.

A continuación, estudiaremos las garantías que ofrece el test definitivo.

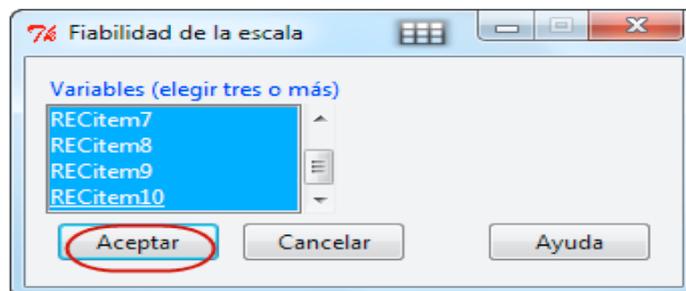
11 Fiabilidad de la escala

Asumir la existencia de errores de medida es fundamental, y estimar su efecto sobre las puntuaciones es uno de los objetivos que persiguen los modelos psicométricos. Dentro de la teoría clásica de tests el concepto que aborda la estimación del efecto de los errores de medida es el concepto de fiabilidad.

11.1 Alfa de Cronbach

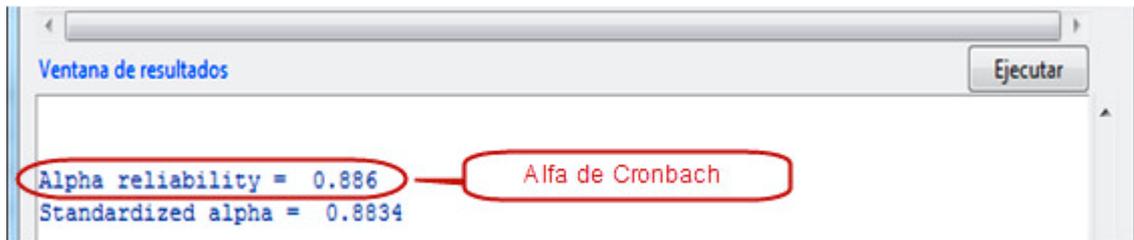
Para obtener los indicadores de consistencia interna la opción viene dada por **Estadísticos > Análisis Dimensional > Fiabilidad de escala...**

Habremos de seleccionar los ítems cuya consistencia interna queremos evaluar, en este caso, se han seleccionado los diez ítems que forman parte de la escala insatisfacción corporal.



11.1 Figura. Alfa de Cronbach. Selección de variables

En la primera línea de la salida generada por Rcmdr, se puede leer el valor del coeficiente alfa de Cronbach (Alpha reliability); en nuestro caso su valor es 0,886. Tras este valor, aparece la estimación del coeficiente alpha estandarizado que se obtendría utilizando las variables estandarizadas (Standardized alpha). Entre estos dos coeficientes es habitual utilizar el primero.



11.2 Figura. Coeficiente de fiabilidad

11.2 Error Típico de Medida

El error típico de medida está estrechamente ligado a la fiabilidad del test, y es fundamental en el proceso de estimación de intervalos de confianza para la puntuación verdadera. Se calcula mediante la fórmula:

$$S_E = S_X \sqrt{1 - r_{XX}}$$

Diagram illustrating the formula for Error Típico de Medida (S_E). The formula is shown with callouts identifying the components: S_X is labeled 'Desviación típica de las puntuaciones en el test', r_{XX} is labeled 'Fiabilidad del test (Alfa de Cronbach)', and the entire expression is labeled 'Error Típico de Medida'.

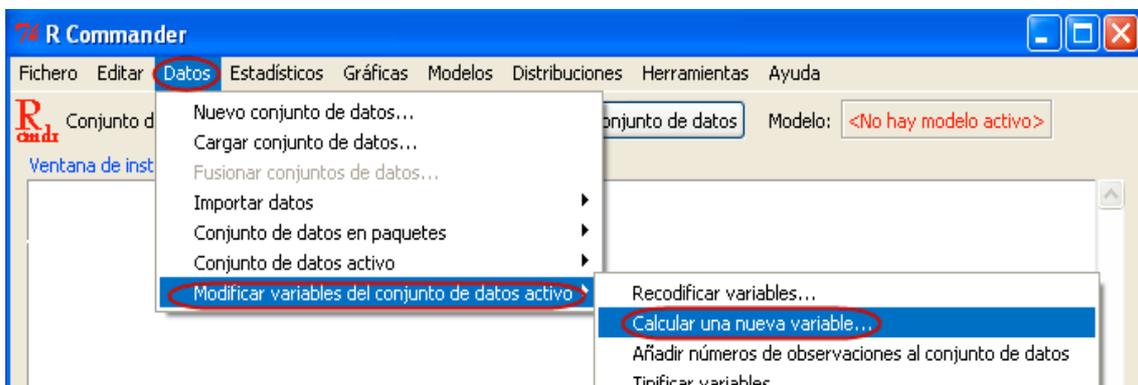
Para su estimación habremos de seguir la siguiente pauta:

- 1.- Obtener la puntuación observada (puntuación total)
- 2.- Calcular la desviación típica de la puntuación observada
- 3.- Estimar el error típico de medida
- 4.- Estimar el intervalo de probabilidad para la puntuación verdadera

11.2.1 Obtención de la puntuación en el test

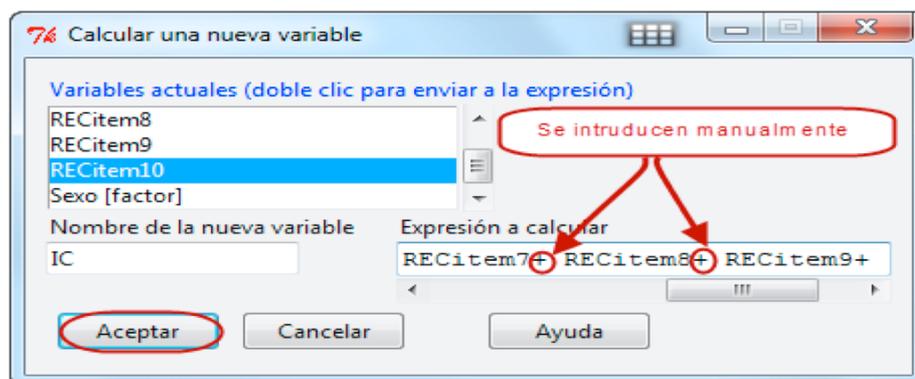
Una vez depurados los ítems de la escala que estemos analizando es posible obtener la puntuación para cada participante. Para ello es suficiente calcular una variable por medio de la suma de los valores en cada uno de los ítems. Esta operación generará una nueva variable que se añadirá al conjunto de datos activo.

La opción de la barra de menús de **Rcmdr** es **Datos > Modificar variables del conjunto de datos activo > Calcular una nueva variable....**



11.3 Figura. Cálculo de una nueva variable

Esta opción abre la siguiente ventana en la que se definirán el nombre de la variable a crear (en nuestro caso, IC) y la operación algebraica necesaria para ello. En este caso, la puntuación total en la escala insatisfacción corporal (IC) se obtiene sumando las puntuaciones obtenidas en cada uno de los ítems que la componen.



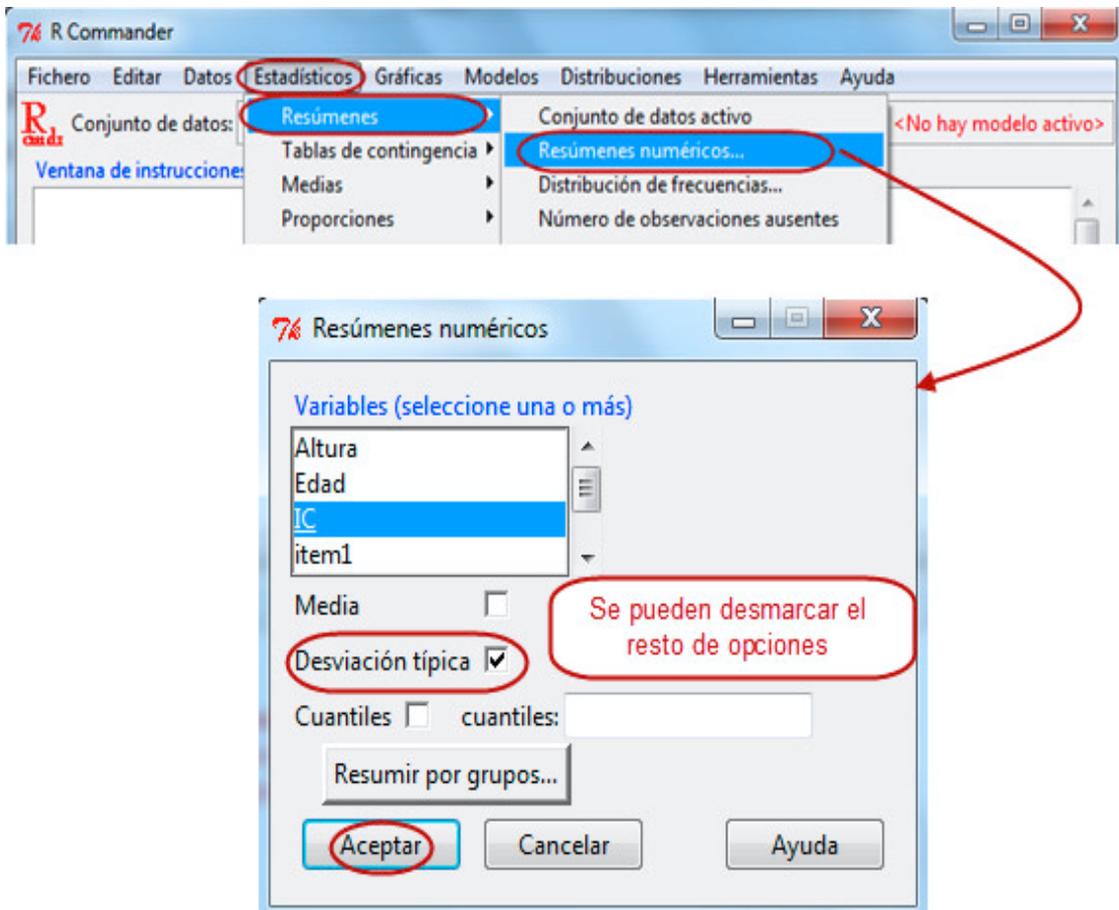
11.4 Figura. Cálculo de la puntuación total

NOTA

Es importante recordar que en el caso de que se hubiera recodificado ítems son éstos los que hay que incluir y no los originales.

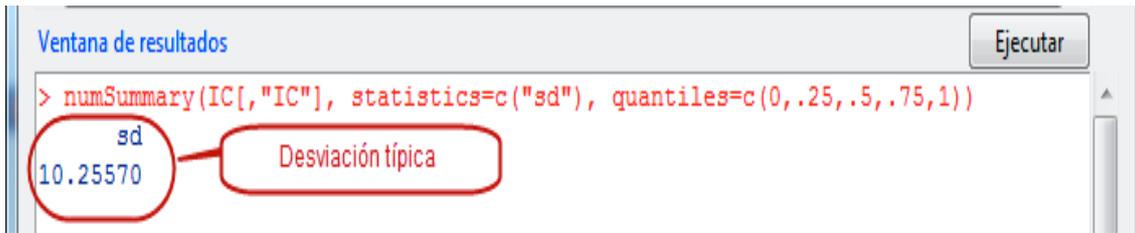
11.2.2 Desviación típica de las puntuaciones en el test

El procedimiento más simple para la obtención de la de desviación típica de las puntuaciones totales en la escala se muestra en la siguiente figura:



11.5 Figura. Cálculo de la desviación típica de las puntuaciones

La ventana de resultados mostrará esta apariencia:

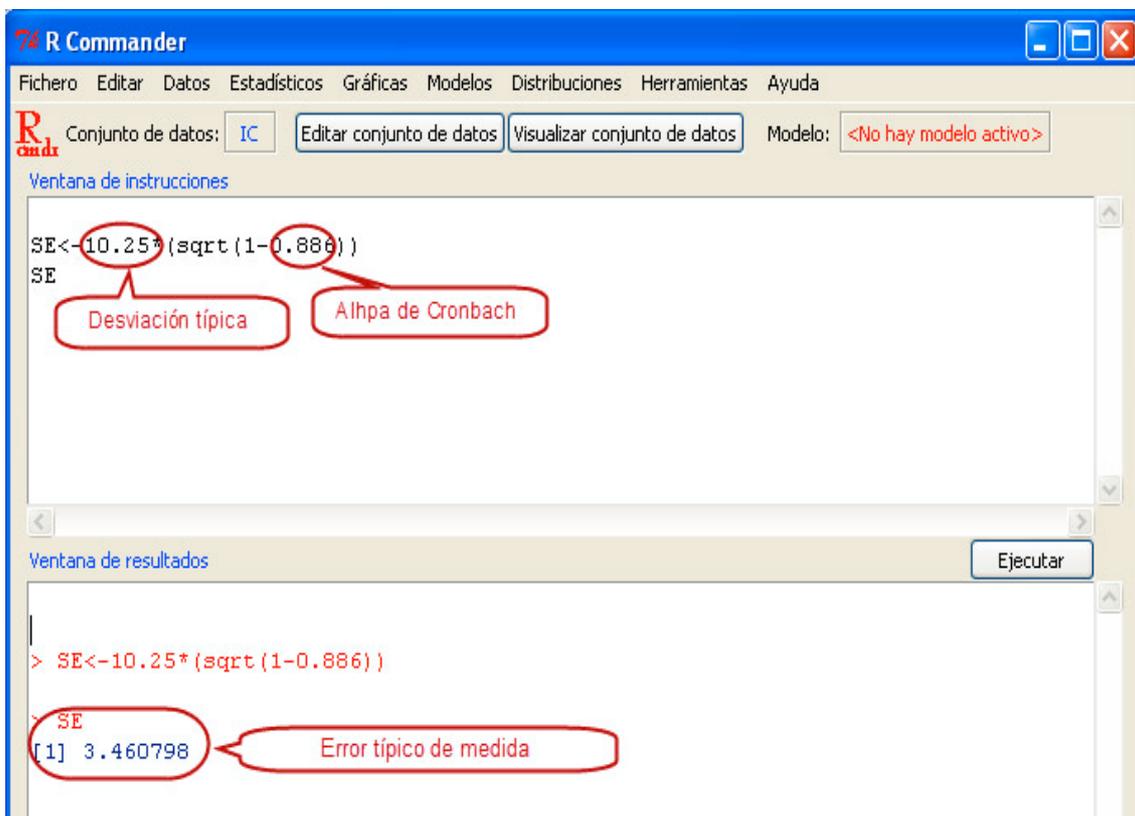


11.6 Figura. Desviación típica de las puntuaciones

La desviación típica de las puntuaciones totales en la escala insatisfacción corporal es 10,25 puntos.

11.2.3 Estimación del Error Típico de Medida

Para obtener una estimación del error típico de medida es necesario escribir en la ventana de instrucciones su fórmula:



11.7 Figura. Cálculo error típico de medida

El valor 10.25 es la desviación típica de la escala insatisfacción corporal que se ha obtenido previamente. La cantidad 0.886 es el coeficiente fiabilidad estimado en el apartado anterior (alpha reliability) de este mismo capítulo, punto 11.1. Una vez escritas esas simples instrucciones en la ventana de comandos de **Rcmdr** es suficiente marcar la línea con el ratón y presionar la opción **Ejecutar**. En la ventana de resultados aparecerá el valor del error típico de medida.

El caso que nos ocupa el error típico de medida o error estándar de la escala es 3,46 puntos.

11.2.4 Intervalo de confianza de la puntuación verdadera

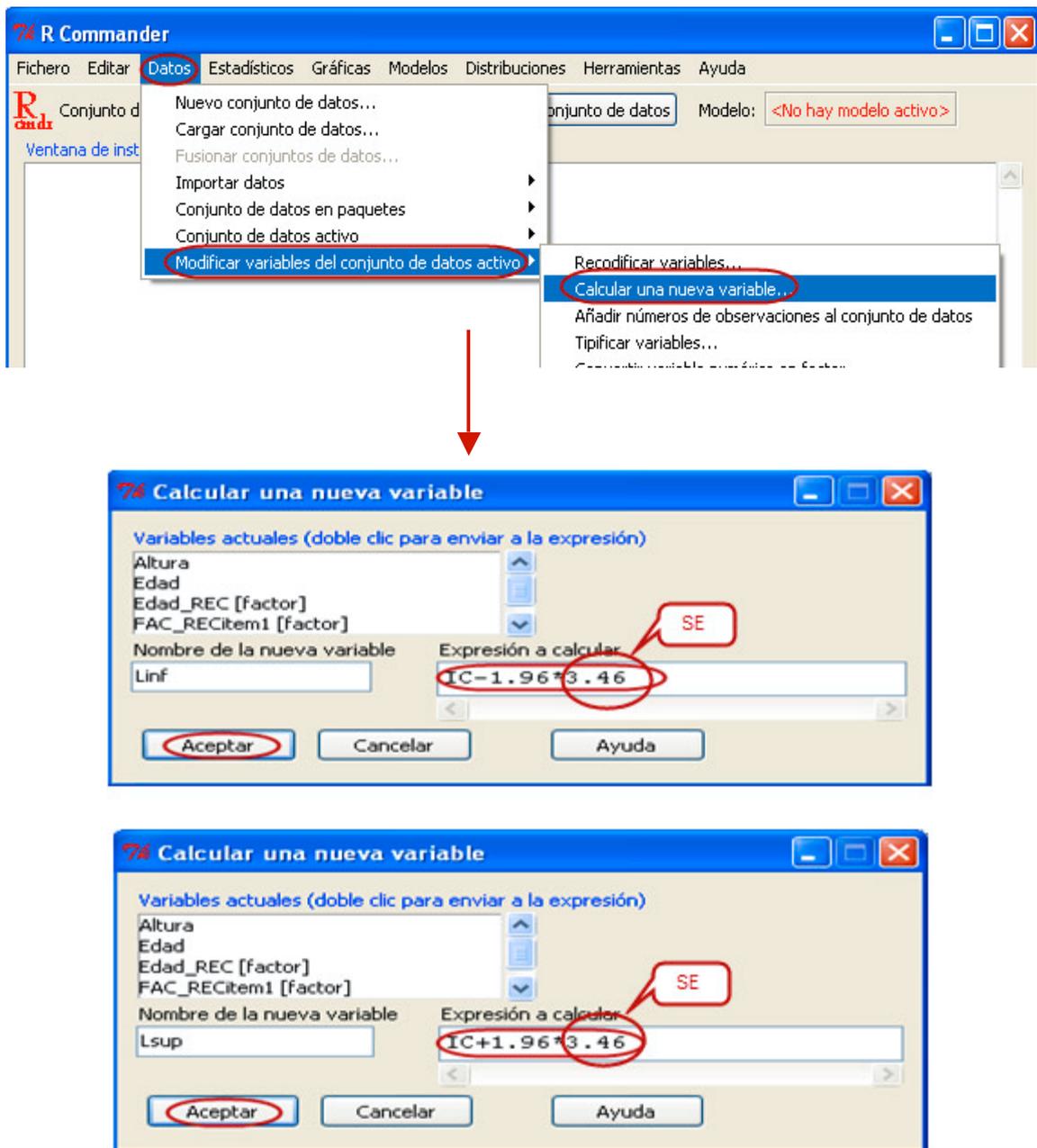
Conocido el valor del error típico de medida es posible estimar con un grado de confiabilidad determinado los intervalos de confianza para la puntuación verdadera de los sujetos a partir de cualquier puntuación observada.

El diagrama muestra la fórmula del intervalo de confianza:
$$\text{Intervalo confianza} = X_j \pm Z_{\alpha} * S_E$$
 Las partes de la fórmula están etiquetadas con recuadros rojos:

- X_j : Puntuación en el test
- Z_{α} : Nivel de significación
- S_E : Error Típico
- El término $\pm Z_{\alpha} * S_E$ completo: Error Máximo

Suponiendo que el nivel de confianza es del 95% ($z_{\alpha} = \pm 1,96$), podemos estimar los límites inferior y superior de los intervalos generando nuevas variables a través de la opción **Datos** de la barra de menús de **Rcmdr**.

Datos > Modificar variables del conjunto de datos activo > Calcular nueva variable es la opción requerida:



11.8 Figura. Cálculo del intervalo de confianza de las puntuaciones verdaderas

Este procedimiento genera dos nuevas columnas en el conjunto de datos activo, y sus valores representan los límites superior e inferior del intervalo de probabilidad en que con una confianza del 95% se situará la puntuación verdadera de cada uno de los sujetos participantes en la investigación.

Por ejemplo, en la figura que aparece a continuación, puede comprobarse que con un 95% de probabilidad la puntuación verdadera del participante que ha obtenido una puntuación total en la escala insatisfacción corporal de 27 se encuentra entre los valores 20,21 y 33,78.

IC	Lsup	Linf
32	38.7816	25.2184
3	9.7816	-3.7816
31	37.7816	24.2184
31	37.7816	24.2184
27	33.7816	20.2184
30	36.7816	23.2184
32	38.7816	25.2184
20	26.7816	13.2184
27	33.7816	20.2184
29	35.7816	22.2184
36	42.7816	29.2184
19	25.7816	12.2184
36	42.7816	29.2184
21	27.7816	14.2184
25	31.7816	18.2184
19	25.7816	12.2184
25	31.7816	18.2184
34	40.7816	27.2184
28	34.7816	21.2184

11.9 Figura. Intervalos de puntuación verdadera

12 Validez interna. Dimensionalidad

12.1 Estudio de la dimensionalidad

El estudio de la evidencia centrada en el análisis de la estructura interna evalúa el grado en que las relaciones entre los ítems y los componentes del test conforman el constructo que se quiere medir y sobre el que se basarán las interpretaciones.

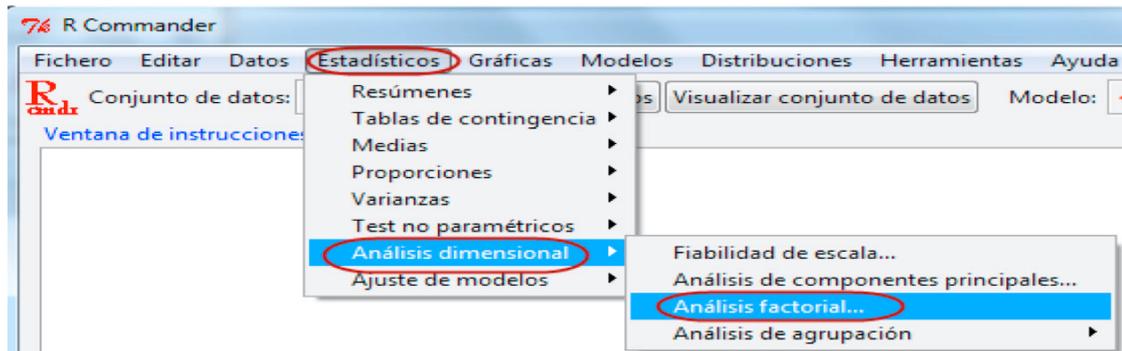
Generalmente, su objetivo es especificar y demostrar la existencia de una "*estructura simple*", aquella, que resulta de la agrupación de ítems en núcleos dimensionalmente homogéneos entre ellos, y dimensionalmente distintos entre sí.

12.2 Análisis factorial

Dentro de los posibles modos de evaluar la dimensionalidad de un conjunto de variables, tal vez sea el análisis factorial el que ha gozado de mayor popularidad, convirtiéndose en el más utilizado. Basado en el modelo lineal del factor común de Spearman, integra un conjunto de técnicas cuya finalidad es resumir la información contenida en un conjunto de variables observadas por medio de un número reducido de variables hipotéticas, conocidas habitualmente como factores (Elosua, 2003).

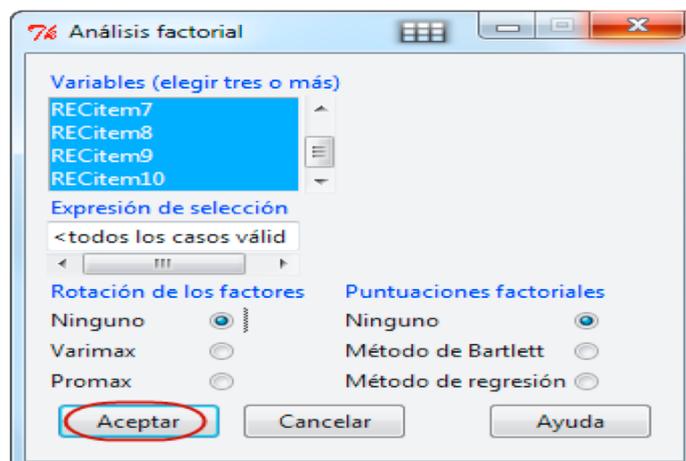
12.2.1 Modelo unidimensional

El objetivo es comprobar que los ítems de la escala insatisfacción corporal miden una sola dimensión o factor. Para ello, la secuencia de selección para la ejecución del análisis factorial es: **Estadísticos > Análisis Dimensional > Análisis factorial**.



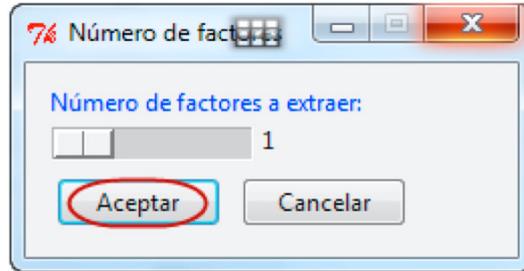
12.1 Figura. Análisis Factorial

Esa selección abre una ventana donde se especificarán las variables a analizar, el método de rotación a aplicar y el procedimiento de estimación de las puntuaciones factoriales. Rcmdr ejecutará el análisis factorial sobre el conjunto de datos activo, o en función de los intereses del investigador, sobre un subconjunto de datos. En esta ocasión dejaremos la opción "Expresión de selección" en blanco porque nos interesa evaluar el modelo en el conjunto de la muestra.



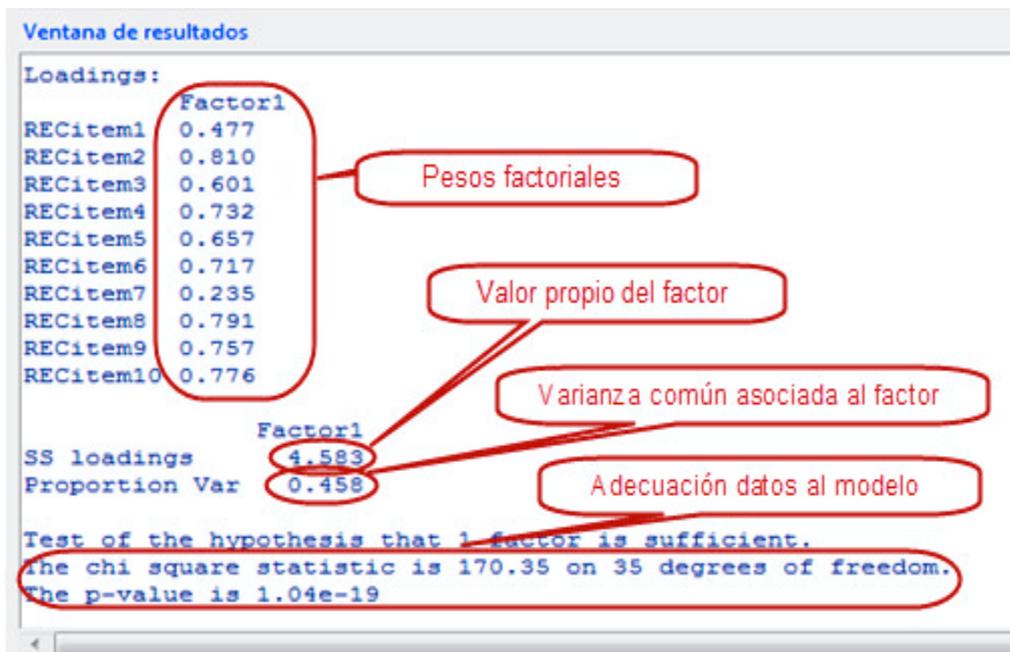
12.2 Figura. Menú para el análisis factorial.

Una vez especificados los argumentos, `Rcmdr` nos pide el número de factores a extraer; fijaremos el valor 1. El procedimiento de estimación incorporado en `Rcmdr` es máxima verosimilitud.



12.3 Figura. Factores a extraer

Las salidas generadas por `Rcmdr` aparecen agrupadas en tres bloques: Unicidad (*Uniquenesses*), pesos factoriales (*Loadings*) e información sobre la adecuación de los datos al modelo.



12.4 Figura. Resultados análisis factorial

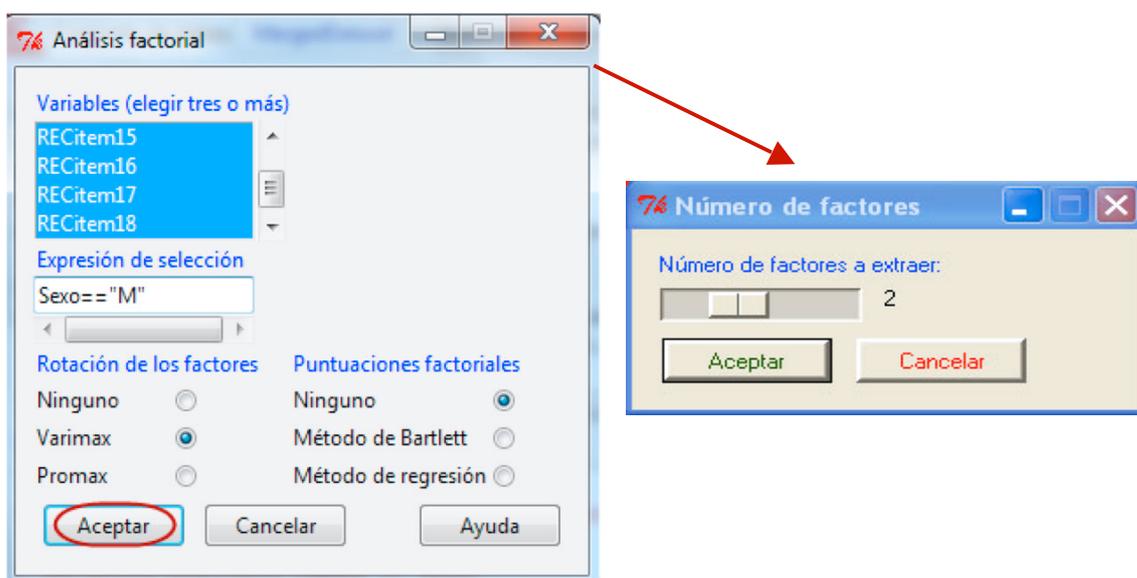
Puede verse que las saturaciones de todas las variables en el factor superan el valor 0,30, exceptuando el ítem 7 que presenta un valor de 0,235. La varianza común asociada al factor es el 45,8%.

12.2.2 Modelo bi o multidimensional

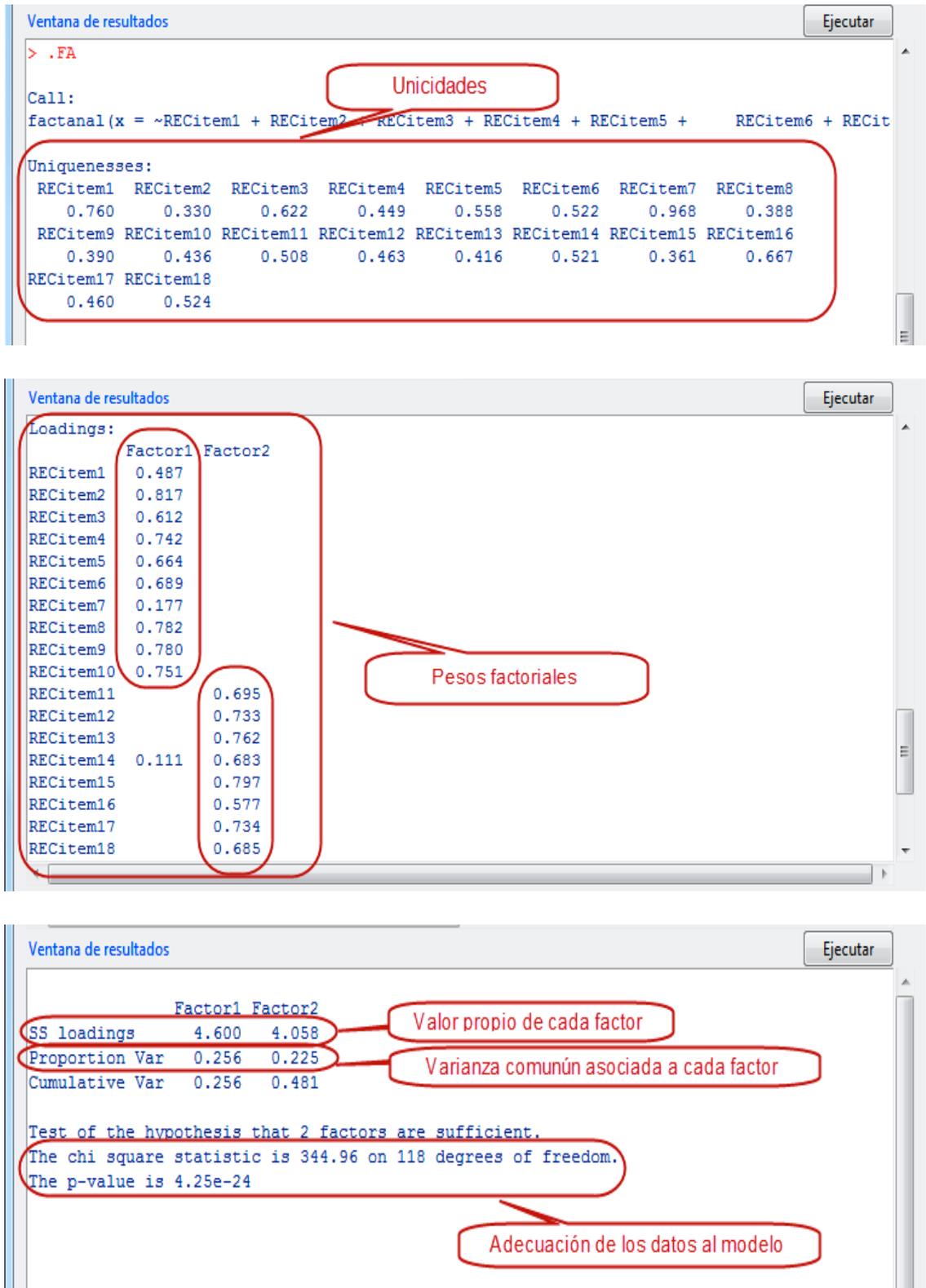
Para mostrar la aplicación e interpretación de un modelo multidimensional analizaremos dos escalas provenientes del Inventario de Trastornos de la conducta alimentaria-3; las escalas de insatisfacción corporal y obsesión por la delgadez.

En la opción de **Estadísticos > Análisis dimensional > Análisis factorial** podrán seleccionarse las variables a analizar, el tipo de rotación factorial y se definirán el número de factores a extraer.

En este ejemplo analizamos la estructura factorial de los ítems de las escalas Insatisfacción Corporal y Obsesión por la Delgadez en el grupo de mujeres; para ello, en el recuadro titulado **“Expresión de selección”** escribimos `Sexo=="M"` (es importante especificar la etiqueta indicativa del grupo de mujeres entrecomillada; "M"). Dado que la configuración a evaluar tiene más de un factor, en la opción **“Rotación de los factores”** se marcará en función de cada caso, la opción requerida (**“Ninguno”, “Varimax” o “Promax”**). La rotación Varimax mantiene la independencia entre factores fijando su correlación a 0; Promax ofrece una solución en la que los factores están relacionados.



12.5 Figura. Análisis factorial bidimensional



12.6 Figura. Resultados análisis factorial bidimensional

En la figura anterior, se observa que las variables aparecen distribuidas en dos bloques claramente diferenciados que se asocian con dos factores bien definidos. Las primeras diez variables presentan altas correlaciones con el primer factor, y las últimas siete variables presentan niveles de correlación elevados con el segundo factor. Las primeras variables provienen de la escala Insatisfacción corporal (IC) y las últimas pertenecen a la escala Obsesión por la delgadez (OD). La varianza asociada al primer factor es 25,6 %. El o segundo factor explica el 22,5% de variabilidad. Entre los dos factores dan cuenta del 48,1% de la varianza observada.

Es importante señalar que antes de tomar decisiones acerca de la estructura dimensional de un test, es conveniente poner a prueba el ajuste de los datos a varios modelos o soluciones factoriales (Ej. Modelo unifactorial, modelo bifactorial).

12.2.3 Análisis de contenido. Definición sustantiva de los factores

El análisis formal de un conjunto de datos, en este caso el análisis factorial, ha de complementarse con un análisis sustantivo basado en el contenido de las variables analizadas. En el ejemplo que estamos abordando, el análisis del contenido de los ítems, apoyaría las conclusiones numéricas en el sentido de covariación entre los ítems; el contenido de todos los ítems a excepción del ítem séptimo son apreciaciones subjetivas sobre el conjunto del cuerpo o partes de él (véase capítulo 5 punto 5. 2). El contenido del séptimo ítem ("Me siento hinchado después de una comida normal"), que presenta una saturación algo menor que el resto y tiene un índice de discriminación más bajo, se "escapa" de este patrón de contenido general haciendo referencia a una situación concreta.

13 Validez externa.

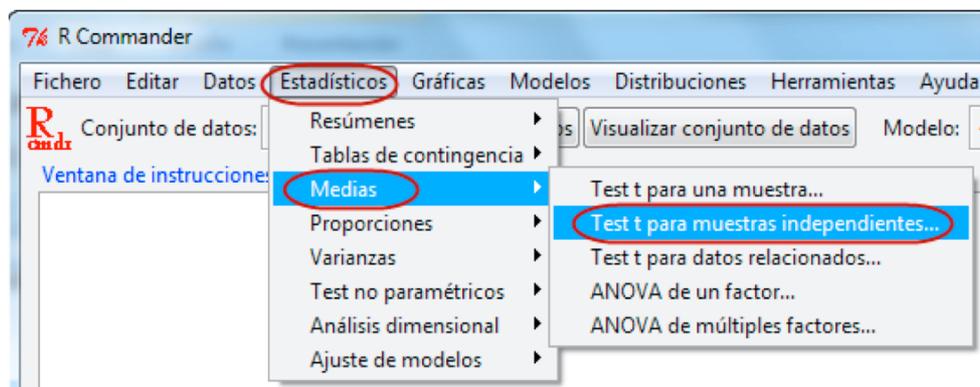
Comparación de grupos

En la búsqueda de evidencias externas de la validez pueden llevarse a cabo diversos estudios, entre los que se incluyen los análisis encaminados a profundizar en las posibles diferencias existentes entre grupos.

13.1 Comparación de dos grupos

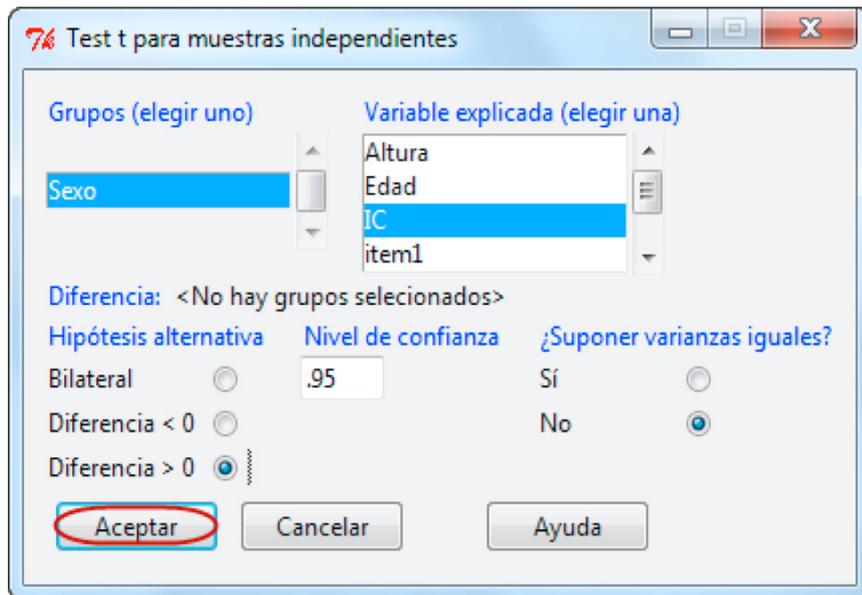
13.1.1 Pruebas de comparación de medias independientes

El test clásico para la comparación entre dos medias es la prueba *t* de Student. Con la ayuda de **Rcmdr** obtendremos los análisis:



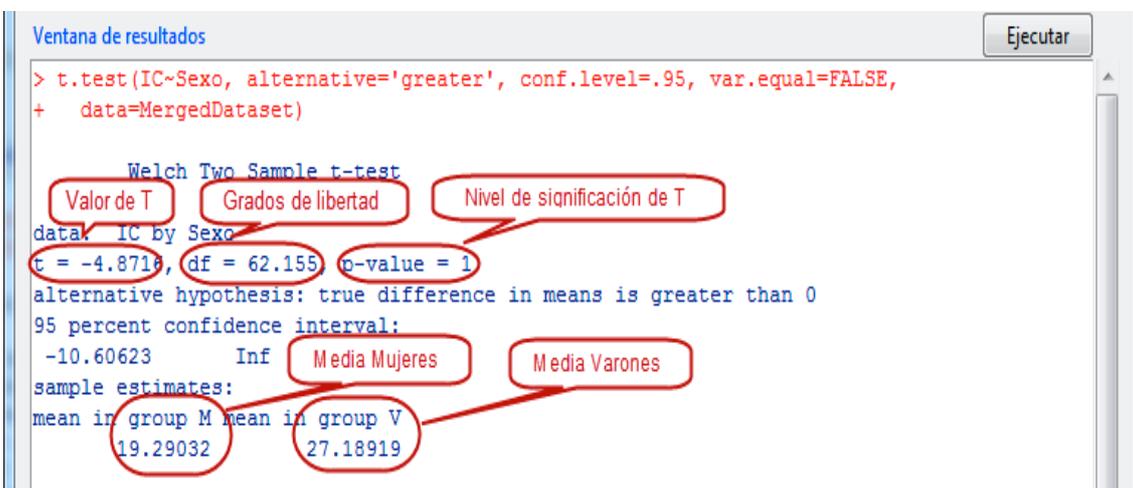
13.1 Figura. Prueba de comparación de dos muestras independientes

En la ventana emergente seleccionaremos la variable que define los grupos y la variable cuyas medias queremos comparar. Elegiremos también el tipo de hipótesis alternativa y el nivel de confianza, así como la suposición acerca de la igualdad de varianzas en los grupos.



13.2 Figura. Selección de variables y opciones para la prueba de comparación de dos muestras independientes

En la salida de **Rcmdr** se recogen el valor del estadístico t , los grados de libertad y el grado de significación.

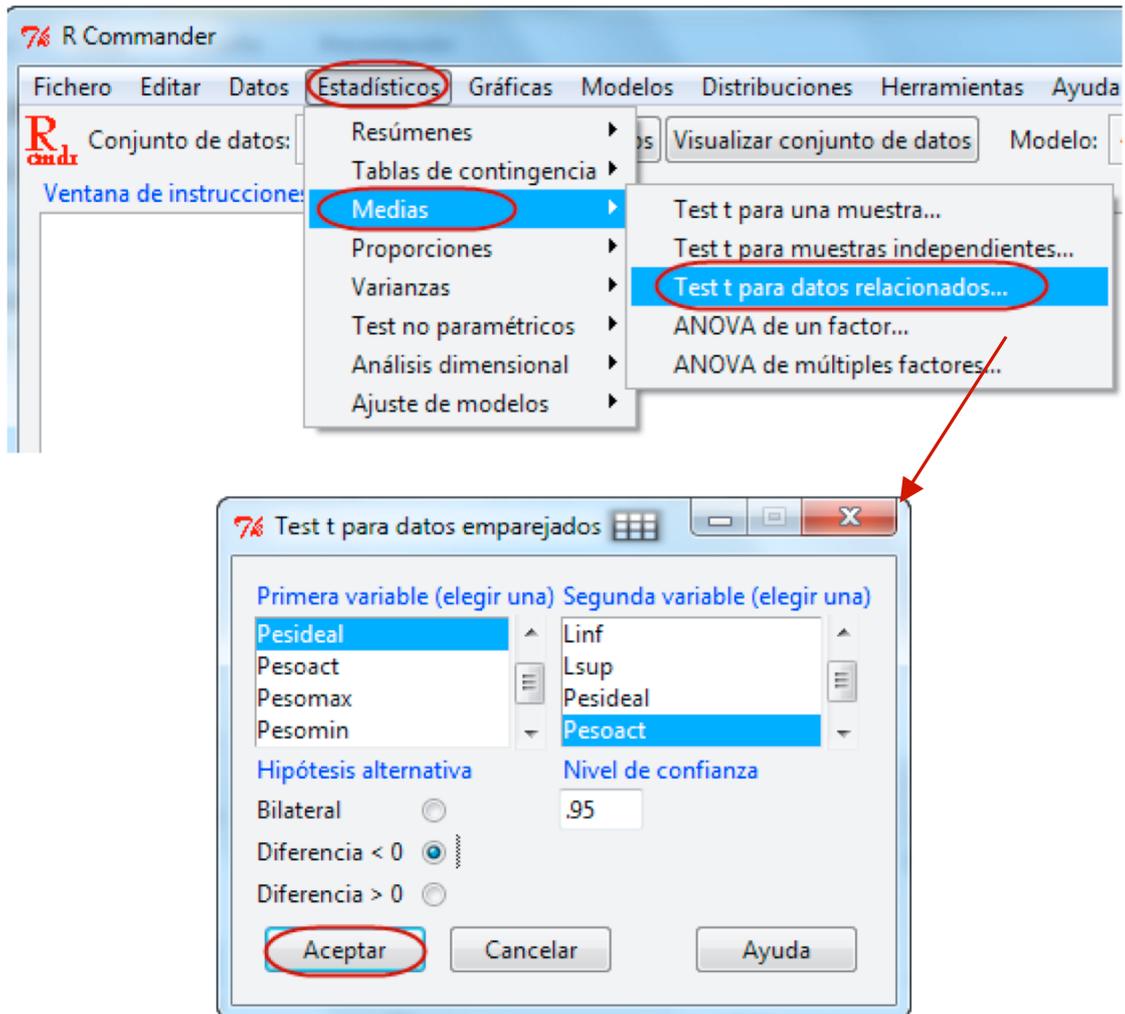


13.3 Figura. Resultados de la prueba de comparación de dos muestras independientes

13.1.2 Pruebas de comparación de dos medias relacionadas

En algunas situaciones las medias proceden de dos conjuntos de datos referidos a sujetos emparejados; los sujetos han sido medidos en ocasiones distintas (test/posttest), o los sujetos han sido emparejados por alguna variable de interés introducida por el investigador a fin de mejorar su diseño

Para comparar dos medias relacionadas, escogemos la opción adecuada en Rcmdr, **Estadísticos > Medias > Test t para datos relacionados**, y en la ventana emergente debemos seleccionar las variables a comparar, el tipo de hipótesis alternativa y el nivel de confianza.



13.4 Figura. Comparación dos muestras relacionadas. Selección de variables y opciones para la prueba de comparación

```

Ventana de resultados
Ejecutar

> t.test(MergedDataset$Pesideal, MergedDataset$Pesoact, alternative='less',
+ conf.level=.95, paired=TRUE)

Paired t-test
data: MergedDataset$Pesideal and MergedDataset$Pesoact
t = -8.2915, df = 191, p-value = 9.798e-15
alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
95 percent confidence interval:
 -Inf -2.5646
sample estimates:
mean of the differences
 -3.203125
  
```

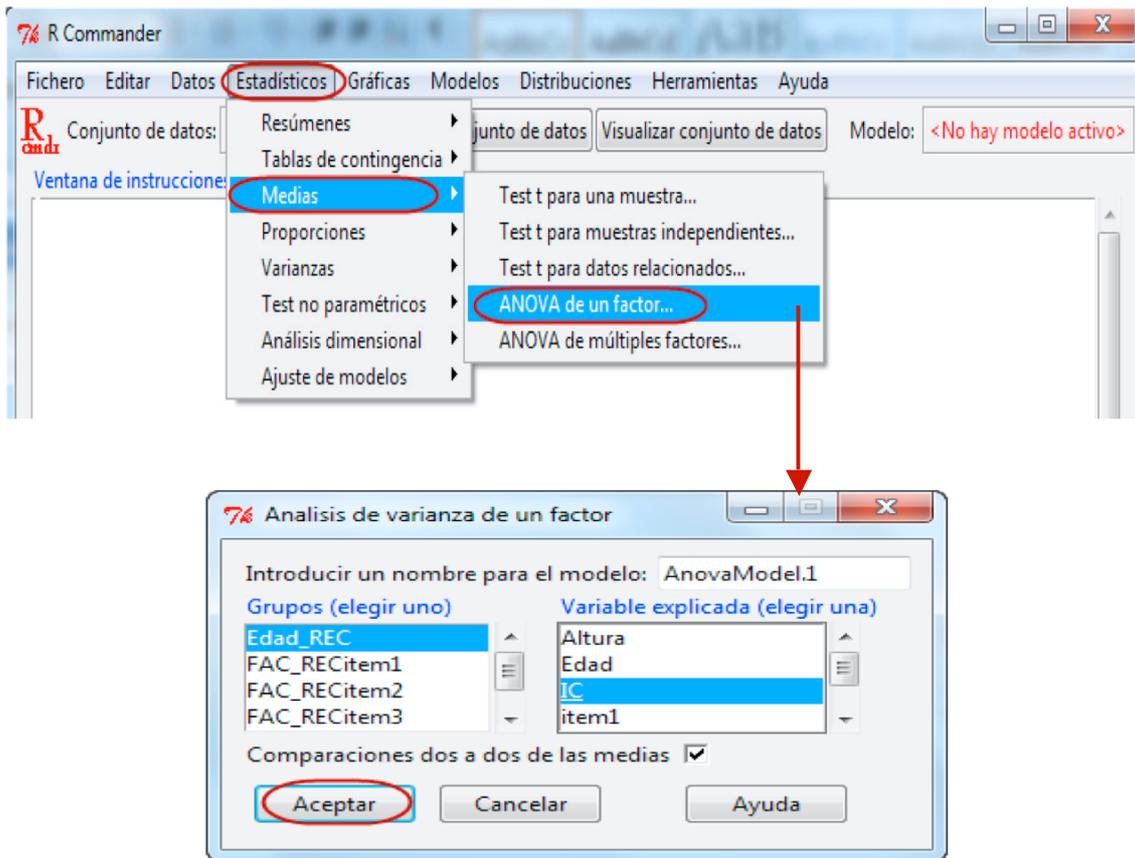
13.5 Figura. Resultados de la prueba de comparación de dos muestras relacionadas

13.2 Comparación de más de dos grupos

Cuando se precisa la comparación entre más de dos grupos el procedimiento de análisis de datos más sencillo es el análisis de varianza (ANOVA); el ANOVA permite probar la significatividad de las diferencias entre varias medias sin que se incremente el error de tipo I.

13.2.1 ANOVA de un factor

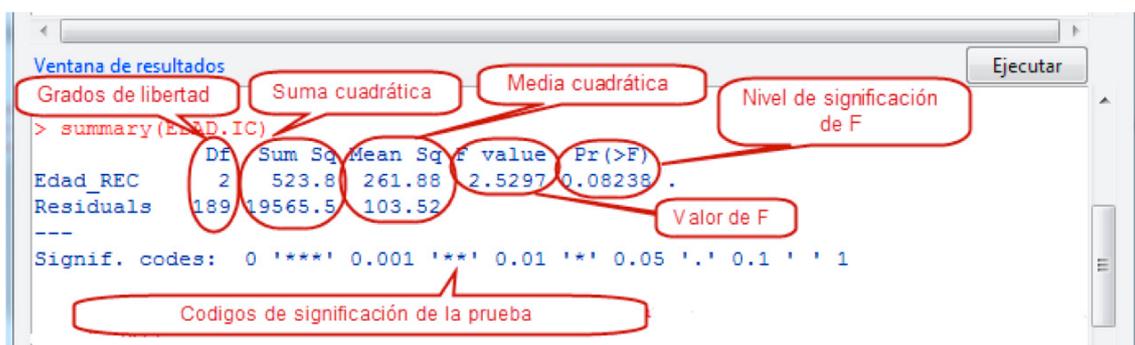
En **Rcmdr** el ANOVA de un factor se obtiene a través de la opción **Estadísticos > Medias > ANOVA de un factor**. Se seleccionan la variable que define los grupos o variable independiente y la variable explicada o dependiente; esto es, la variable cuyas medias en los diferentes grupos vamos a comparar:



13.6 Figura. Factores en el ANOVA de un factor

La salida obtenida puede dividirse en los siguientes apartados:

1- Resumen del modelo:



13.7 Figura. Resumen del modelo

La primera línea de la tabla que proporciona Rcmdr es la correspondiente al modelo, que en este caso incluye la variable independiente grupos de edad (Edad_REC); La segunda fila es la correspondiente al residual (Residuals).

2- Estadísticos descriptivos del modelo:

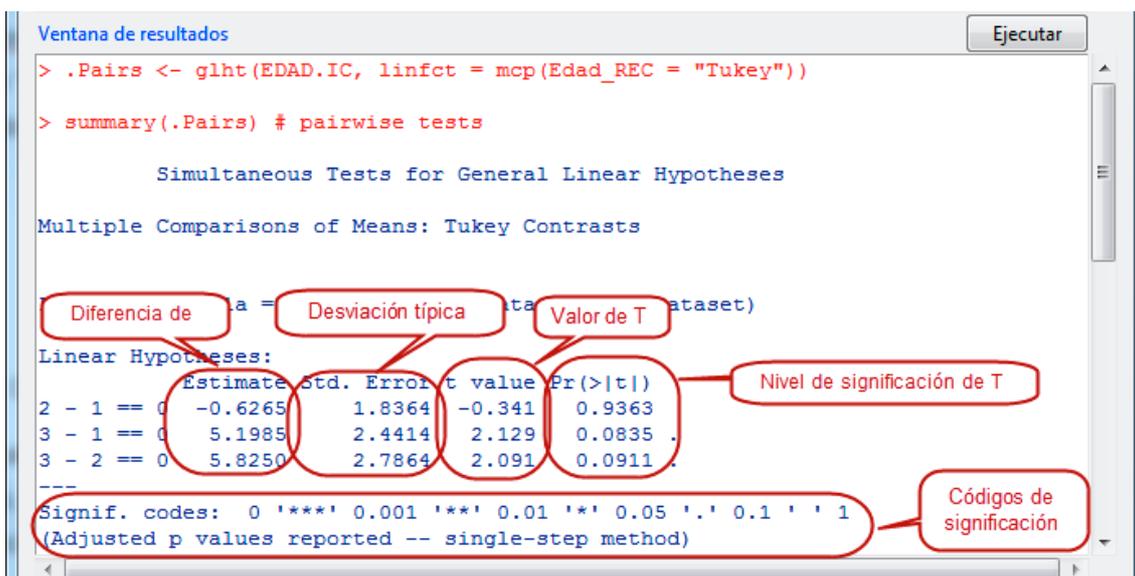


13.8 Figura. Estadísticos descriptivos del modelo

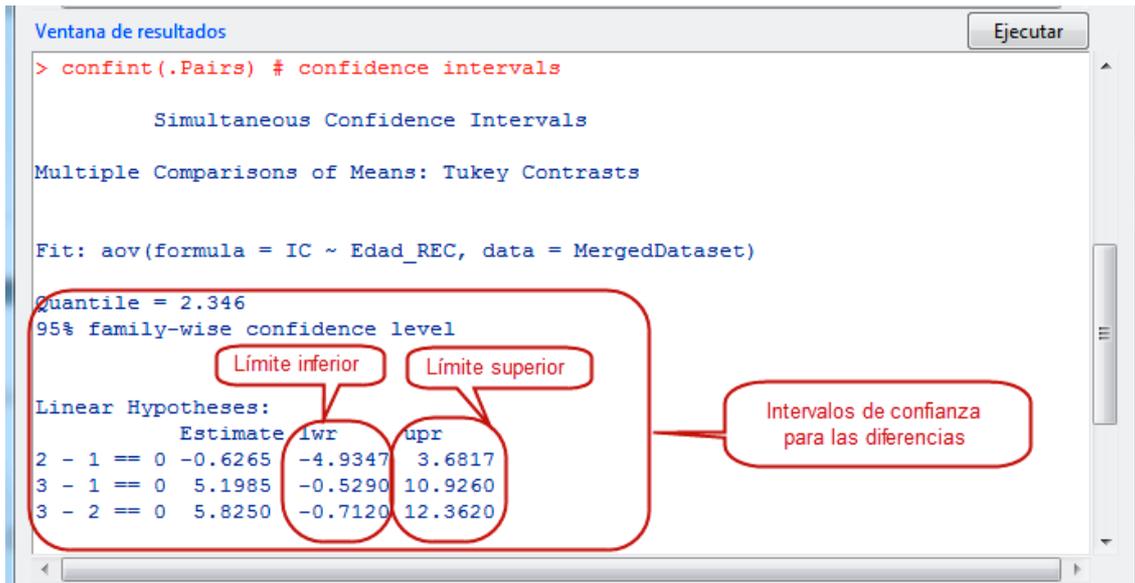
Rcmdr proporciona información adicional; la media de cada grupo, la desviación típica y el número de sujetos por grupo.

3- Diferencias entre los grupos:

Además proporciona el intervalo de confianza conjunto para todos los pares de diferencias basadas en la prueba HSD (*Honestly Significantly Differences*) de Tukey. Junto a las diferencias observadas entre los grupos (columna "Estimate"), aparecen los límites inferior y superior de los intervalos de probabilidad para las diferencias con un 95% de confianza.



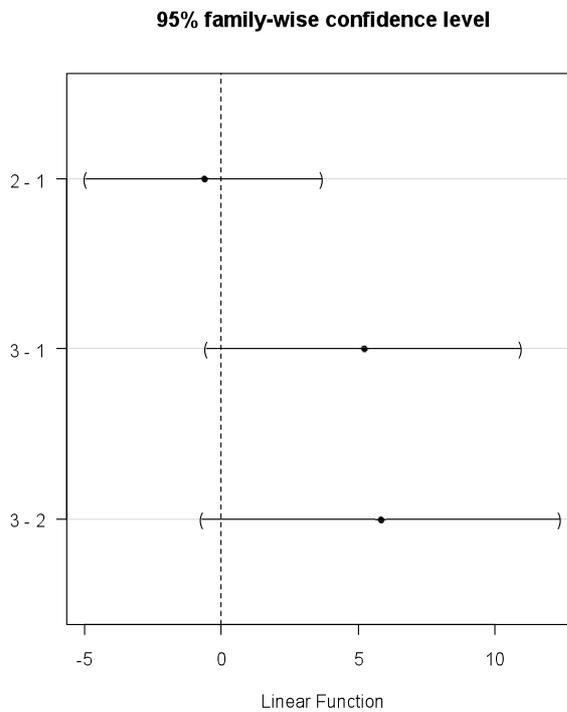
13.9 Figura. Resultados prueba HSD de Tukey



13.10 Figura. Resultados prueba HSD de Tukey. Intervalos de confianza

4- Gráficos de los intervalos de confianza:

Finalmente, Rcmdr proporciona el gráfico para los intervalos de confianza, que facilita la inspección de datos cuando el número de comparaciones es muy alto.

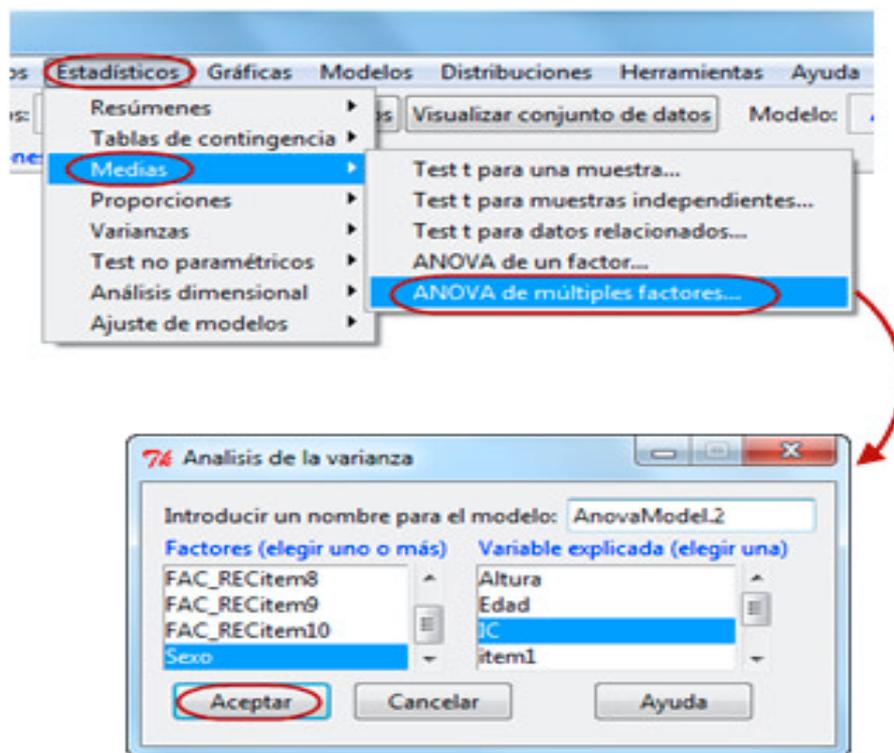


13.11 Figura. Comparaciones múltiples. Intervalos de confianza.

13.2.2 ANOVA de múltiples factores

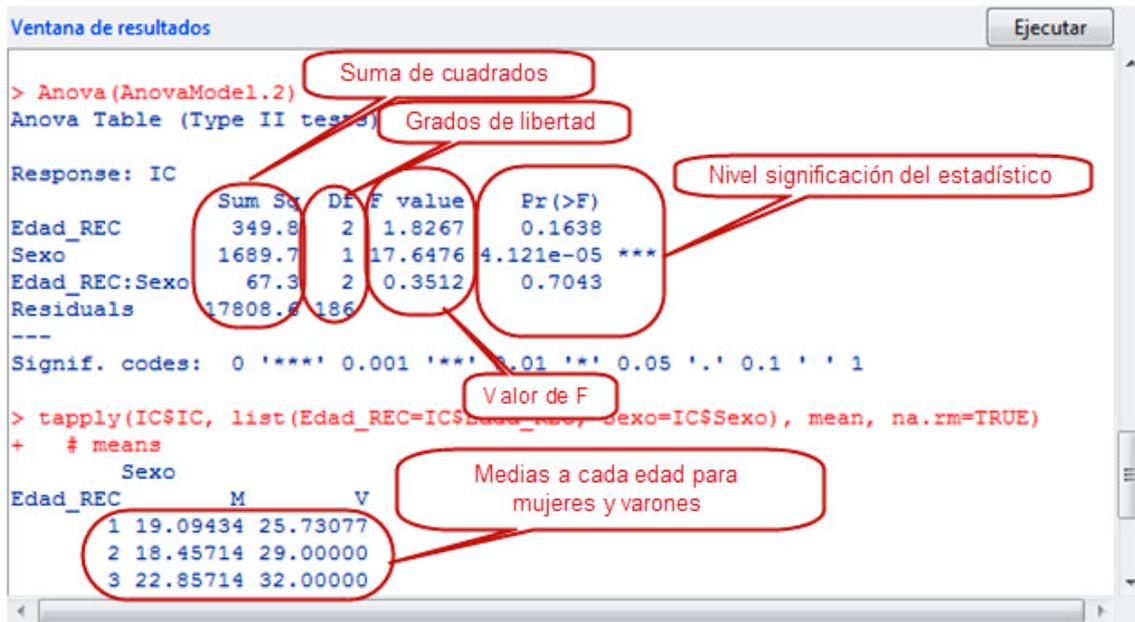
Para llevar a cabo ANOVA de dos factores elegiremos la opción de Rcmdr **Estadísticos > Medias > ANOVA de múltiples factores**.

En primer lugar introducimos el nombre que queremos dar al modelo (AnovaModel.2), seleccionamos los factores a analizar; en este caso el grupo de edad y el sexo (Edad_REC y Sexo) y por último la variable que se desea explicar; insatisfacción corporal (IC).



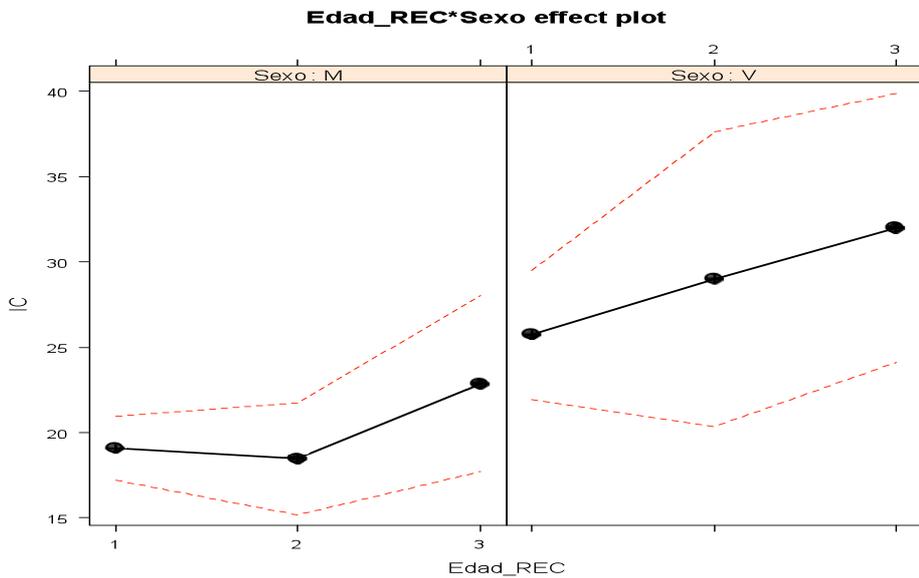
13.12 Figura. ANOVA de dos factores

La salida del ANOVA muestra en la primera columna los nombres de los dos factores principales, la interacción entre ambos (Edad_REC:Sexo) y los errores o residuales (Residuals). En la segunda columna figuran las sumas de cuadrados (Sum Sq); En la tercera podemos leer los grados de libertad (Df); luego aparece el valor F (F value), y por último el valor de probabilidad que se le asocia o grado de significación.



13.13 Figura. Resultados ANOVA de dos factores

Una vez generado el modelo, R lo incorpora como un objeto nuevo, con el nombre **AnovaModelo.2**. Podemos elegir la opción de la barra de menú **Modelos** y la opción **Gráficas > Gráficas de los efectos** para obtener el gráfico siguiente:



13.14 Figura. Gráfico de los efectos

En el gráfico se representan las medias por sexo y grupo de edad así como los intervalos de confianza.

14 Validez externa. Relación test/criterio

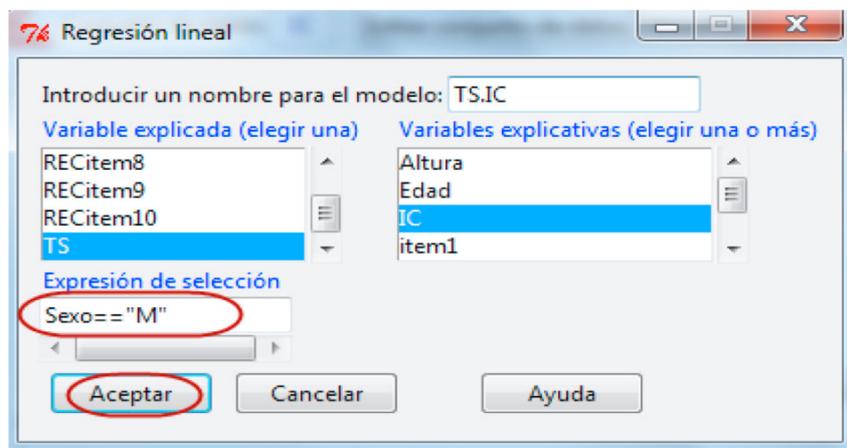
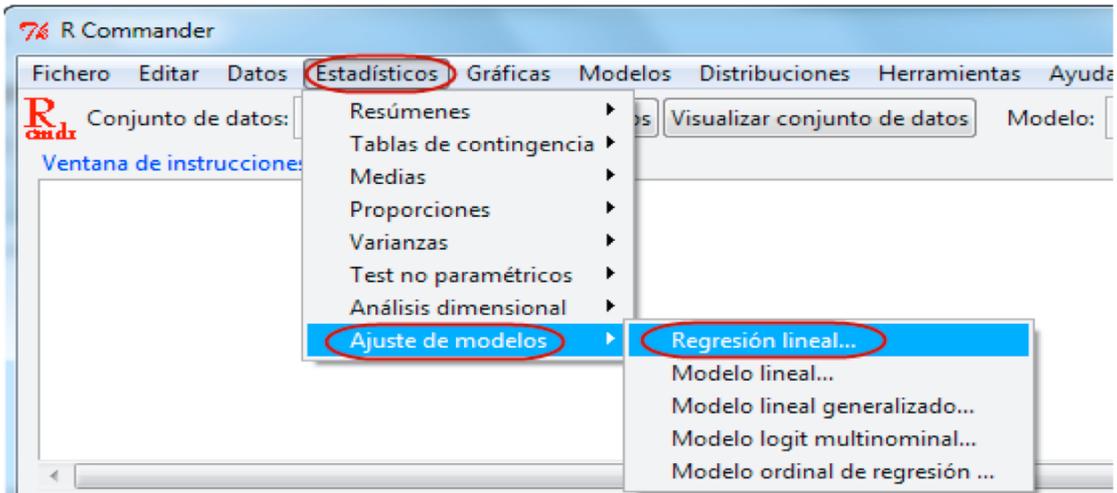
14.1 Regresión lineal simple

El modelo de regresión lineal estudia las relaciones test/criterio; su aplicabilidad dependerá en cada caso del cumplimiento de los supuestos del modelo por los datos.

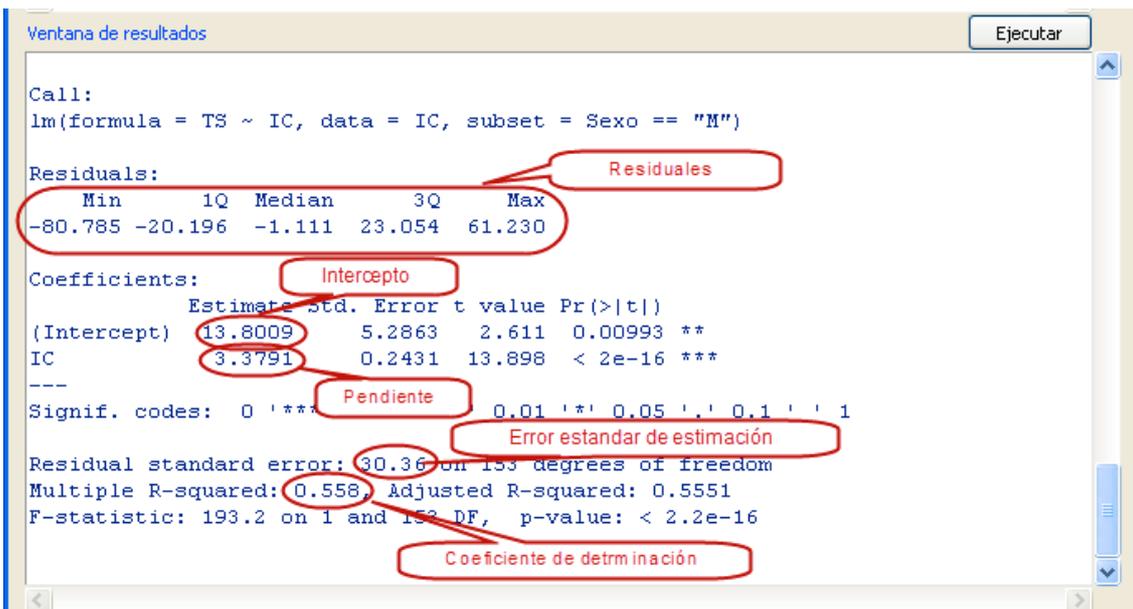
Para poder llevar a cabo el análisis de regresión lineal, previamente se habrá tenido que calcular la puntuación obtenida por los participantes en la variable criterio. Siguiendo para ello los pasos explicados en el cálculo de la puntuación en el test (Por lo general, recodificar los ítems poniéndolos en la misma dirección y calcular una nueva variable resultado de sumar la puntuación en cada uno de los ítems).

Como ejemplo de regresión simple se intentará predecir la puntuación en un test de Imagen Corporal (TS) a partir de la variable predictora Insatisfacción corporal. Para ello trabajaremos únicamente con una submuestra formada por mujeres y aplicaremos el modelo de regresión lineal según la siguiente secuencia: **Estadísticos > Ajuste de modelos > Regresión Lineal**.

En la ventana de diálogo que nos abre esta opción se seleccionaran la variable predictora o explicativa (TS) y la variable explicada o variable criterio (IC). La ventana "Expresión de selección" se cumplimentará con la condición deseada (Sexo=="M"). Junto a estas especificaciones `RCMDR` solicita que se asigne un nombre al modelo. Nosotros lo denominamos TS.IC.



14.1 Figura. Regresión simple



14.2 Figura. Salida regresión simple

En su forma más simple la función genera una salida en la que, en primer lugar, se ofrece información sobre la distribución de los residuales (Residuals), cuya media no debe alejarse de 0, y el primer y el tercer cuartil de la distribución.

A continuación se ofrecen las estimaciones de los parámetros de la recta de regresión (Estimates). El valor interceptal (Intercept) es 13,08 y la pendiente de la recta es 3,37. Según esos parámetros la recta de regresión vendría dada por,

$$TS = 13,08 + 3,37 \times IC$$

En base a esta recta, puede predecirse que una persona que ha obtenido una puntuación de 27 en la escala insatisfacción corporal, obtendrá una puntuación de 104 en el test de siluetas:

$$TS = 13,08 + 3,37 \times 27$$

$$TS = 104$$

Junto a los parámetros estimados se ofrecen los errores de estimación para cada parámetro (Std. Error), los valores *t* asociados (*t* value) y sus correspondientes probabilidades ($Pr(>|t|)$). Los asteriscos junto a los valores ayudan a la interpretación de los niveles de significación, que vienen explicados al final de la tabla de coeficientes; por ejemplo un asterisco significa que el nivel de significación se sitúa entre los valores 0,01 y 0,05.

Rcmdr ofrece también el error típico de estimación (Residual Standard Error), que se utiliza para la determinación de intervalos de confianza en torno a la puntuación pronosticada. Para ello es suficiente aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Intervalo de confianza} = Y' \pm Z_{\alpha} * S_{Y.X}$$

Nivel de significación
Y'
±
Z_α*
S_{Y.X}

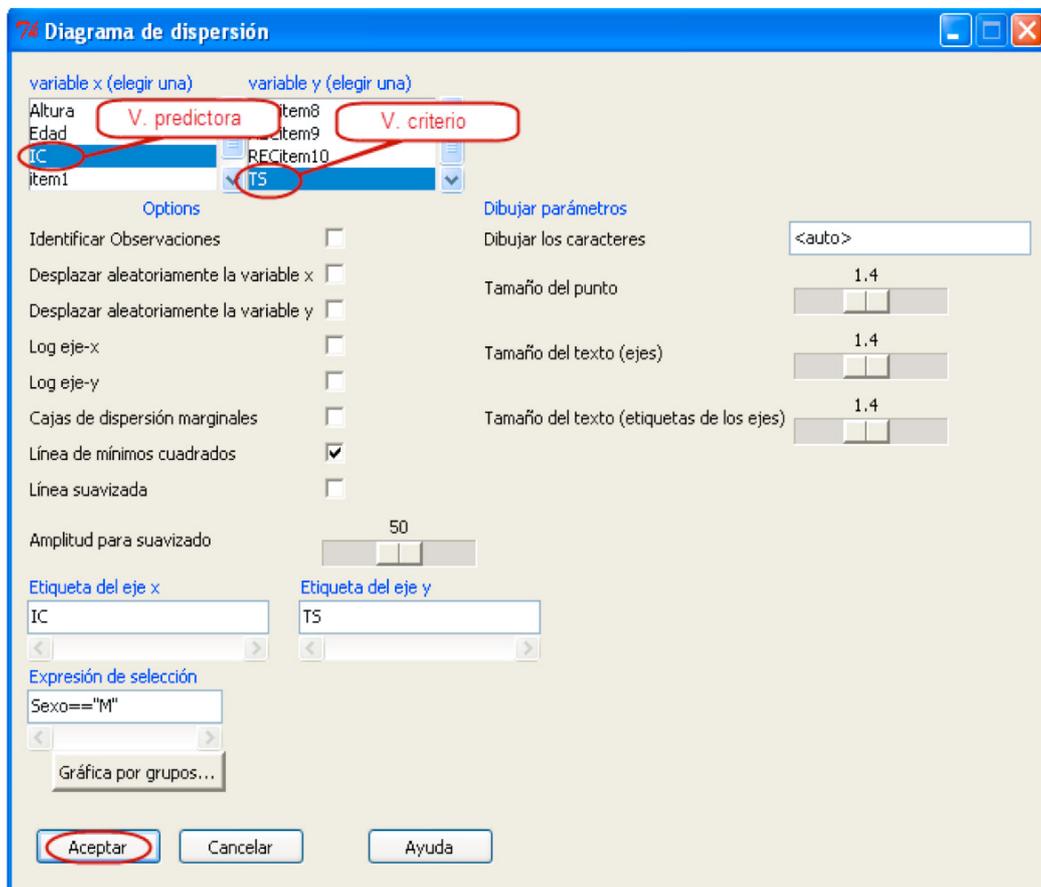
Puntuación pronosticada
Error de estimación

El intervalo de confianza para la puntuación previamente pronosticada (TS=104) quedaría como sigue:

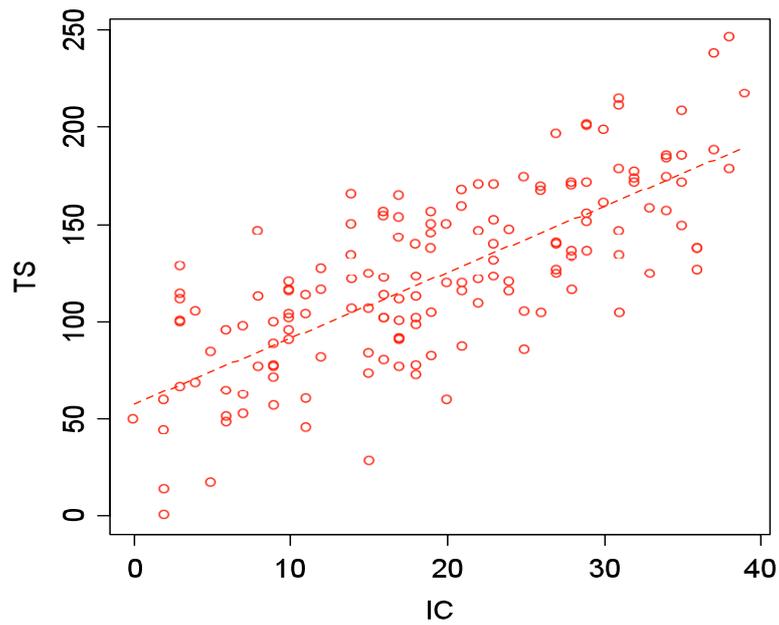
Intervalo de confianza = $104 \pm 1,96 * 30,36$
 Límite superior = 163,50
 Límite inferior = 44,49

El coeficiente de determinación del modelo (R^2 ; Multiple R squared) es 0,558, lo cual significa que la puntuación en la escala Insatisfacción Corporal (IC) pronosticará en un 55,8% la puntuación en la escala denominada Test de las Siluetas (TS).

Para obtener una representación gráfica del modelo (dispersión y recta de ajuste) la opción sería **Gráficas > Diagrama de Dispersión**.



14.3 Figura. Opciones de selección diagrama de dispersión



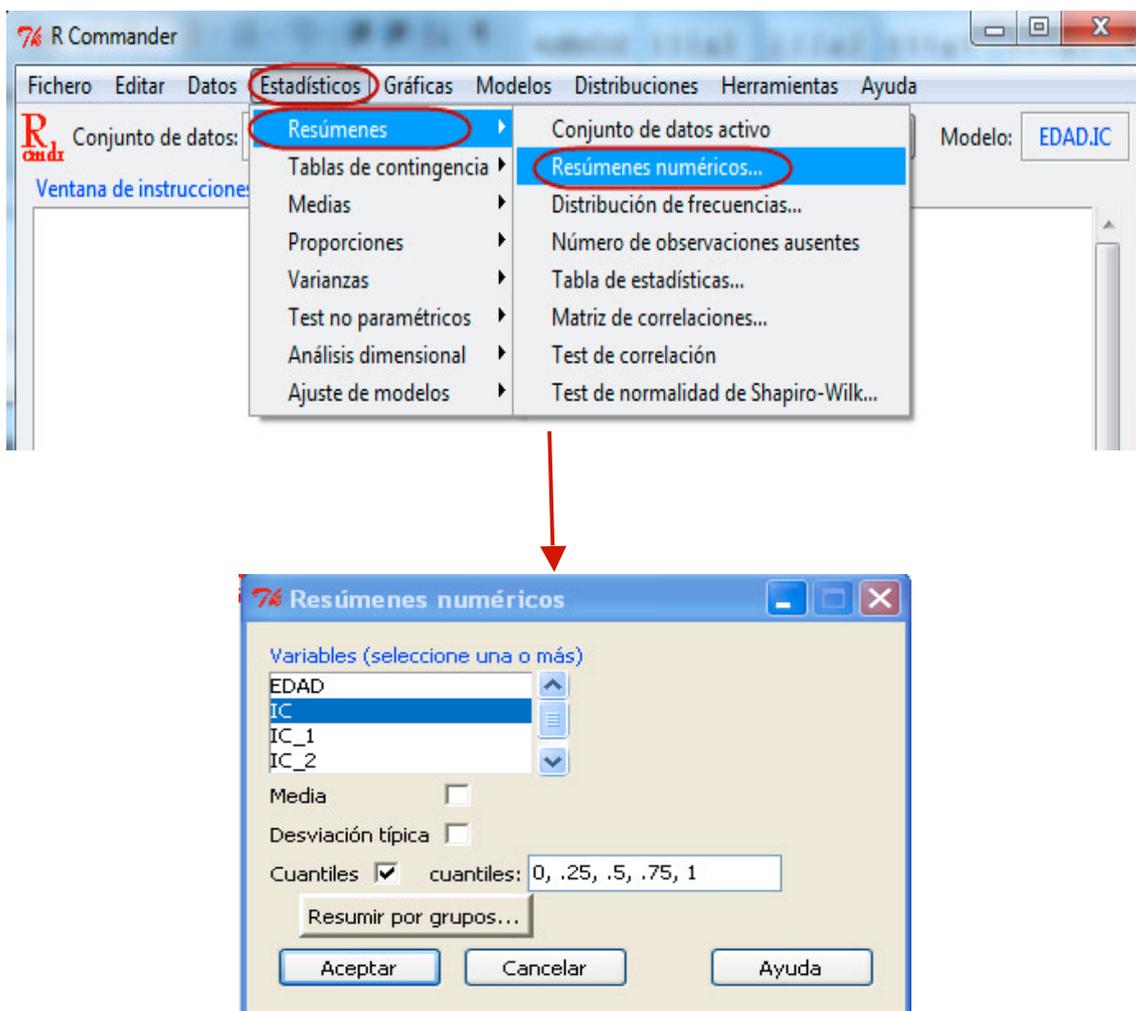
14.4 Figura. Insatisfacción Corporal y Test de las Siluetas

En el gráfico se representa el diagrama de dispersión de las puntuaciones en las variables Insatisfacción corporal (predictora) y test de las siluetas (criterio) así como la recta de regresión.

15 Baremos

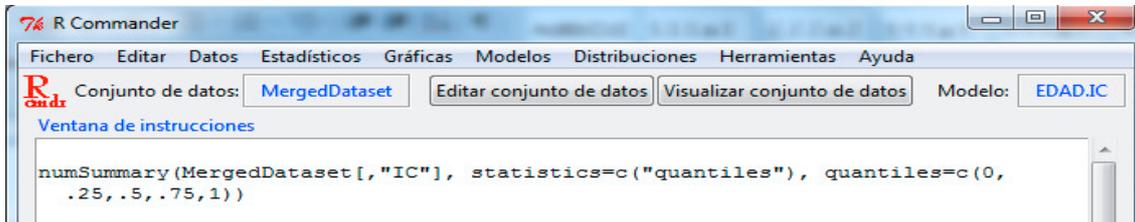
15.1 Baremos basados en puntuaciones centiles

La obtención de valores percentiles con Rcmdr es sencilla. La opción **Resúmenes Numéricos** dentro del menú desplegable asociado a **Estadísticos > Resúmenes**, permite seleccionar los cuantiles asociados a las distribuciones de las variables continuas activas en el conjunto de datos.

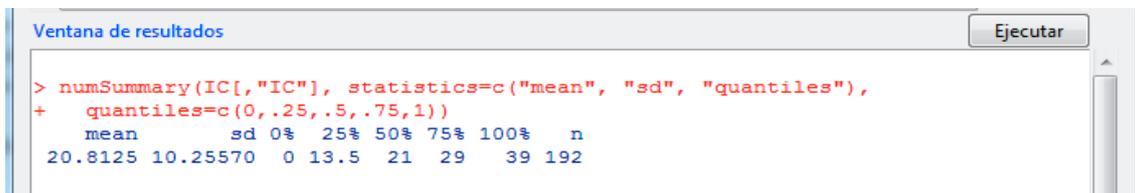


15.1 Figura. Cuantiles de la distribución

Esas opciones generarán la siguiente línea en la ventana de instrucciones:

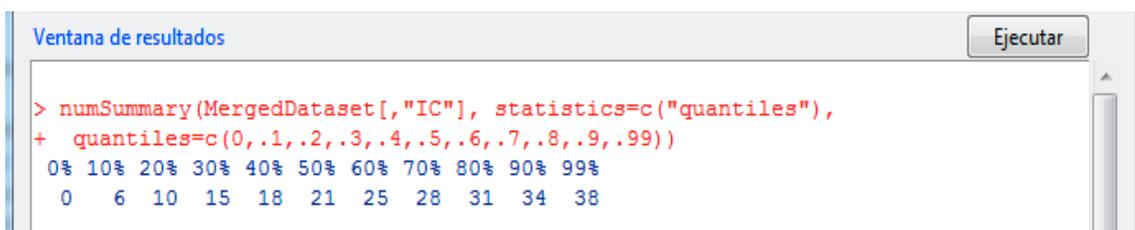
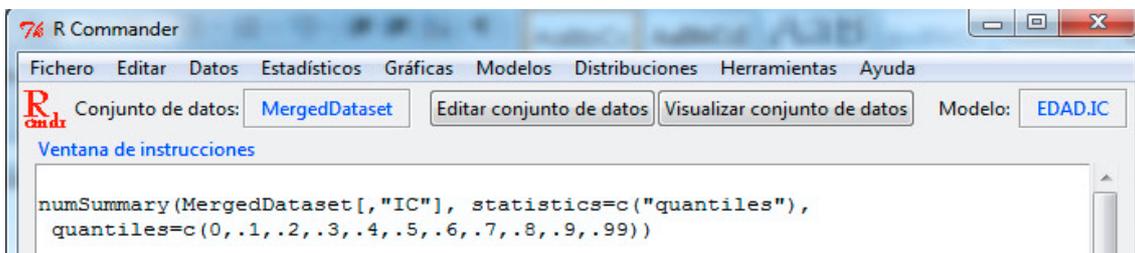


15.2 Figura. Comando para obtener los cuantiles



15.3 Figura. Cuartiles

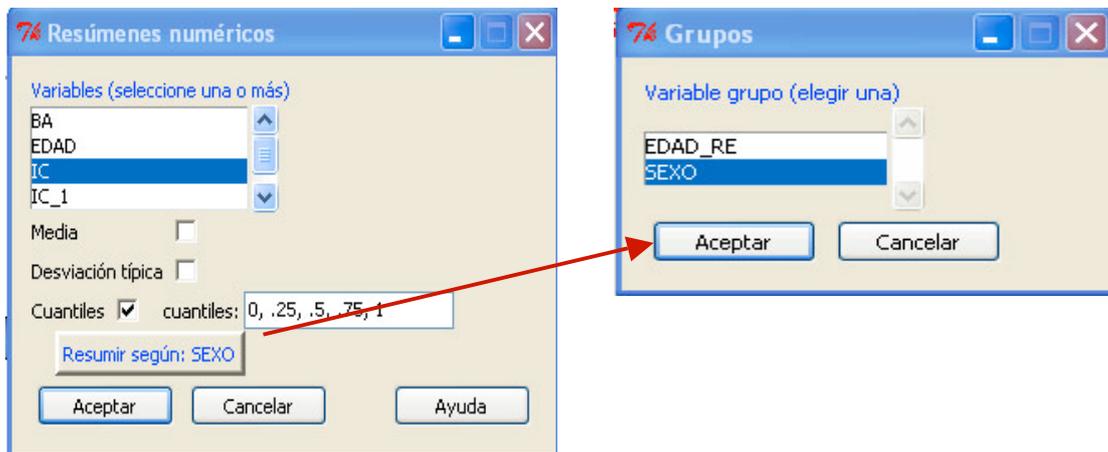
Como puede verse el comando reporta los valores que dejan por debajo el 25%, el 50%, 75% y 100 de la muestra. Ahora, la construcción de baremos, exige un número de puntuaciones centiles mayores a la opción por defecto de Rcmdr. Para obtener estos valores será necesario modificar manualmente el comando anterior en la ventana de comandos especificando los cuantiles que se deseen extraer.



15.4 Figura. Percentiles

Las puntuaciones centiles obtenidas de este modo, son utilizadas para describir al total de la muestra. Ahora bien, si existen factores a los que la variable de interés es sensible, es decir, si la variable que queremos describir es significativamente diferente en función del sexo, la edad, el estatus socioeconómico, etc. un baremo debería de recoger tal diferenciación.

En el caso que nos ocupa, por ejemplo, siendo los valores obtenidos en la variable Insatisfacción Corporal significativamente diferentes en función del sexo (véase apartado 13.1.1.) bastaría con seleccionar la opción que permite obtener salidas diferentes por grupo en la ventana de especificación de los descriptivos a obtener:



15.5 Figura. Centiles por grupo

Esas especificaciones generarán puntuaciones percentiles diferenciadas por sexo,

Ventana de resultados

```
> numSummary(IC[,"IC"], groups=IC$Sexo, statistics=c("mean", "sd",
+ "quantiles"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1))
      mean      sd 0% 25% 50% 75% 100%  n
M 19.29032 10.062769  0  11  18  28  39 155
V 27.18919  8.549977  3  25  29  33  38  37
```

15.6 Figura. Centiles por grupo

Para la obtención de un número de valores percentiles mayor sería suficiente añadir en el paréntesis de especificación de cuantiles (quantiles = c (0,.25,.5,.75,1)) los valores deseados separados por comas.

16 Elaboración del informe final

Una vez realizados todos los análisis, se debe elaborar un informe final en el que se describa el proceso seguido en la construcción del test y se comenten razonadamente los resultados obtenidos.

El trabajo debe incluir los siguientes apartados:

1. Objetivos de la prueba

En este apartado debe especificarse el rasgo que se pretende medir. Se ofrecerá una definición operativa del mismo y de sus componentes. Es importante incluir las referencias bibliográficas de los trabajos que se citen. Las referencias deben presentarse en formato APA.

Las preguntas a las que debe responder son las siguientes:

- ¿Qué queremos medir? ¿Con qué variables está relacionado?
 - ✓ ¿Existen test contruidos para medir esa variable?
 - ✓ ¿Cuál es la bibliografía más significativa?
- ¿Cuáles son las características principales de los receptores del test?
- ¿Cómo queremos medirlo?
 - ✓ ¿Cuál es el formato más adecuado de los ítems?
 - ✓ ¿De cuántos ítems dispondrá la prueba?

2. Redacción de los ítems

Se deben especificar los ítems que miden cada componente y, en su caso, si lo hacen de modo directo o inverso. Aclarar el formato de respuesta elegido y el modo de cuantificación de las respuestas. Conviene repasar las normas de redacción de ítems para tener la certeza de que se cumplen en vuestros ítems.

3. Descripción de la muestra

Descripción lo más clara posible de: 1) la población destinataria del test; 2) el tipo de muestreo utilizado y su justificación; 3) el número de personas que componen la muestra; 4) la descripción de las características de los participantes (edad, sexo) y; 5) los diferentes grupos si es que los hay.

4. Análisis de ítems

Se debe informar e interpretar la media, varianza, índice de atracción e índice de discriminación de los ítems, con el fin de responder a la pregunta ¿Son adecuados los valores? Finalmente, hay que explicar detalladamente el proceso seguido para determinar cuántos ítems y porqué han de eliminarse del test inicial. El número de ítems a eliminar no está predeterminado.

5. Fiabilidad del test

Adjuntar, interpretar y evaluar el coeficiente de fiabilidad obtenido por el método alfa de Cronbach. Respondiendo a las cuestiones: ¿Cuál es la fiabilidad del test? ¿Cuál es el error estándar de la medida del test?

Además tiene que presentarse algún ejemplo de estimación de los intervalos de las puntuaciones verdaderas (utiliza las puntuaciones empíricas que desees).

6. Validez del test

Validez Interna

Comentar los resultados de la estructura factorial, para establecer qué dimensiones mide el test. Hay que informar de lo siguiente:

- Cuantos factores se han extraído
- Las saturaciones, y las varianzas explicadas por los factores retenidos.
- La importancia y el significado de cada factor.
- Considerar si los factores encontrados tienen o no relación con los componentes del rasgo que se establecieron antes de la redacción de los ítems.

Validez externa

- Mostrar e interpretar los resultados obtenidos en las comparaciones de grupo llevadas a cabo. ¿Pueden observarse diferencias entre los subgrupos?
- Justificar las variables criterio elegidas, indicando las fuentes o referencias en las que se cita o prueba la relación existente entre el rasgo que supuestamente mide el test y la variable a los que corresponden los ítems criterio. ¿Cuál es la relación entre el test y el criterio? Coeficiente de validez
- ¿Puede ser utilizado el test para predecir el criterio? ¿Cuál es la ecuación de regresión? ¿Cuál es el coeficiente de determinación?
- A partir de los resultados obtenidos en este apartado de validez debe decidirse qué mide el test. ¿Se cumplen los objetivos originales?

7. Baremos

Incluir la/s tabla/s que muestre/n los baremos por centiles obtenidos. Explicar su significado poniendo algún ejemplo de interpretación de una o dos puntuaciones posibles en el test.

8. Criterios para mejorar el test, y necesidades o errores más llamativos**9. Apéndice**

En el apéndice debe incluirse el test y el CD (debidamente identificado) con los datos y los análisis realizados.

17 Referencias

- Becker, R.A., Chambers, J.M., y Wilks, A.R. (1988). *The new S language: A programming environment for data analysis and graphics*. Pacific Grove, CA: Wadsworth.
- Bermudez, J. (2007). *Cuestionario "Big Five"*. Cuadernillo. 4ª Edición Revisada. Madrid: TEA.
- Chambers, J.M. (1998). *Programming with data: A guide to the S language*. New York: Springer.
- Chambers, J., y Hastie, T. (1992). *Statistical models in S*. Pacific Grove, CA: Wadsworth & Brooks/Cole.
- Elosua, P. (2003). Sobre la validez de los test. *Psicothema*, 15, 2, 315-321.
- Elosua, P. (2005). *Psikometria. Testen eraketa eta erabilpena*. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Elosua, P. (2009). ¿Existe vida más allá de SPSS? Descubre R. *Psicothema*, 21(4), 652-655.
- Elosua, P., López-Jáuregui, A. y Sánchez-Sánchez, F. (2010). *Manual técnico con la adaptación al español del Eating Disorder Inventory-3*. Madrid: TEA Ediciones.
- Elosua, P. y López-Jáuregui, A. (in press). Internal Structure of the Spanish Adaptation of the Eating Disorder Inventory-3. *European Journal of Psychological Assessment*.
- Ihaka, R. y Gentleman, R. (1996). *R: A language for data analysis and graphics*. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5, 299-314.
- Garner, D. M. (2004). *Eating Disorder Inventory-3*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.

López-Pérez, B., Fernández-Pinto, I. y Abad, F. J. (2008). Test de empatía cognitiva y afectiva. Madrid: TEA Ediciones

Ramos, R. y Santamaría, P. (2010). Cuestionario de evaluación multimedia y multilingüe de la autoestima. Madrid: TEA Ediciones

Venables, W.N., y Ripley, B.D. (2000). S programming. Springer: New York.