



**INSTITUTO UNIVERSITARIO  
DE LA EMPRESA**

**ANALISIS DE UN CUESTIONARIO MEDIANTE EL  
MODELO DE RASCH PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE  
TRADUCCIÓN ENTRE DISTINTAS  
REPRESENTACIONES DE DATOS ESTADÍSTICOS**

**MARIA CANDELARIA ESPINEL FEBLES  
JOSÉ CARLOS CARRIÓN PÉREZ**

SERIE ESTUDIOS 2008/ 73

SANTA CRUZ DE TENERIFE, NOVIEMBRE DE 2008



**UNIVERSIDAD DE  
LA LAGUNA**

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es evaluar un cuestionario sobre la capacidad de traducir entre distintas representaciones los datos estadísticos. Participan estudiantes para profesores de primaria. Los resultados se analizan con el modelo de Rasch. Se ha encontrado un ajuste al modelo aceptable, y la fiabilidad promedio de las estimaciones de los ítems de .93 y de los estudiantes .69. El análisis muestra algunos ítems que desajustan y varios estudiantes con respuestas atípicas que son buenos candidatos para un posterior estudio de casos mediante entrevistas.

El trabajo que se presenta forma parte de una investigación más amplia desde la que se espera aportar medios para ayudar a los estudiantes a que puedan leer, distinguir o relacionar distintas formas de representaciones gráficas de datos; así mismo, se aspira a actualizar y mejorar la formación en didáctica de la estadística de los estudiantes para profesores.

**PALABRAS CLAVE:** cultura estadística, interpretación de graficas estadísticas, modelo de Rasch

**ABSTRACT**

The aim of this work is to evaluate a questionnaire on the capacity of translation between different kind of data representations. Data were collected from a group of students for teachers of Primary Education, and were analyzed using the Rasch model. We have found an acceptable fit to Rasch; items have an average reliability of estimation of 0.93 whereas students have 0.69. The analysis shows some items that unfit, and some students who show atypical answers, and they should be selected and interview them for further surveys.

This work is a part of a bigger investigation, hold to help students to read, discriminate and relate different types of data representations. We pretend, on this way, to actualize and improve training in Statistics Education of undergraduate students for teachers of Primary Education.

**KEYWORDS:** statistical literacy, studens´ interpretations of graphs, Rasch Model

**ANALISIS DE UN CUESTIONARIO MEDIANTE EL  
MODELO DE RASCH PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE  
TRADUCCIÓN ENTRE DISTINTAS  
REPRESENTACIONES DE DATOS ESTADÍSTICOS+**

**MARIA CANDELARIA ESPINEL FEBLES\***  
**JOSÉ CARLOS CARRIÓN PÉREZ\*\***

SERIE ESTUDIOS 2008/ 73

SANTA CRUZ DE TENERIFE, NOVIEMBRE 2008

+ Trabajo presentado al III Workshop de Modelos de Rasch en Administración de Empresas (Rasch Models on Business Administration) organizado por el IUDE de la Universidad de La Laguna.

10 de noviembre de 2008. Parte de esta investigación ha sido realizada en el marco del proyecto de Investigación SEJ2006-10290 (Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid, programa del Plan Nacional de I+D+I).

\* [mepinel@ull.es](mailto:mepinel@ull.es) Área de Análisis Matemático. Universidad de La Laguna

\*\* [ccarrion@dmат.ulpgc.es](mailto:ccarrion@dmат.ulpgc.es) Área de Análisis Matemático. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

## 1. INTRODUCCIÓN

Hasta hace unos años la Estadística en España ha tenido poco peso específico en las enseñanzas básicas y medias. El escaso tiempo que se dedicaba a esta rama de las Matemáticas, por lo general, solía dar lugar a un tratamiento rutinario de cálculo de medidas de centralización y dispersión. Después de las sucesivas modificaciones de la leyes educativas, en la actualidad, todos los alumnos han de saber elaborar e interpretar, al menos, tablas de frecuencias, gráficos de barras y de sectores, histogramas y polígonos de frecuencias.

Algunos estudios, como los informes PISA, TIMSS, OCDE e INCE reflejan cómo porcentajes altos de la población tienen dificultades para comprender la información de la sociedad en la que viven. Así, el Informe PISA 2003 (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) proporciona resultados preocupantes para nuestro país. En matemáticas (área principal en 2003) ocupamos el lugar 24 de 30, en comprensión de la escritura el lugar 23 y en cultura científica, la posición 22. Entre los ítems liberados de la evaluación de matemáticas destacan los que corresponden a la interpretación de información procedente de gráficas (las gráficas están presentes en un 33% de las preguntas) (MEC, 2005). Nos preguntamos hasta qué punto nuestro sistema educativo prepara a los alumnos antes de los quince años para las competencias prácticas matemáticas que pide la OCDE. Según el Informe Económico de la OCDE sobre España, los test del programa PISA han puesto de relieve la deficiente calidad de la escolaridad obligatoria (Rico, 2005).

En los últimos tiempos se ha acuñado el término *statistical thinking* (pensamiento estadístico), viene a ser como la incorporar el sentido común. Según Wild y Pfannkuch (1999) cinco elementos son fundamentales en estadística: reconocer la necesidad de los datos, *transnumeración*, consideración de la variación, razonamiento con modelos estadísticos e integración de la estadística con el contexto. Estos autores han acuñado la palabra *transnumeración* como la transformación a que se ha de someter los datos para facilitar su conocimiento. Podemos utilizar muchos gráficos para quedarnos con uno que realmente transmite la información que nos interesa. Por ello, la *transnumeración* es un proceso dinámico de cambios de representación para generar conocimiento. El término *pensamiento estadístico* alcanza distintas apreciaciones según se intercambia el término *thinking* por *reasoning* o por *literacy*. Se constata una preocupación, en este siglo XXI, por desarrollar la capacidad estadística (*statistical literacy*) de los ciudadanos, que algunos entienden como *saber leer datos* (Biggeri – Zuliani, 2004).

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

### 2.1 Antecedentes

Aún reconociendo que las gráficas estadísticas son un poderoso lenguaje para describir y analizar muchos aspectos de nuestro entorno económico, físico y social, falta un material didáctico específico para abordar con cierto éxito los objetivos educativos. Existen varias investigaciones puntuales sobre este aspecto. Destacamos el trabajo de Curcio en 1987, que describe tres niveles deseables para conseguir una alfabetización cuantitativa: a) leer los datos, b) leer dentro de los datos y c) leer más allá de los datos. Uno de los trabajos que nos da un *estado del arte* en el tema tiene el título “Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications” (Friel - Curcio - Bright, 2001). Este *survey*, de más de treinta páginas finaliza con la frase: “El diseño de futuras investigaciones necesita ser dirigida hacia la búsqueda de las dificultades que influyen en la comprensión de las gráficas”.

Las investigaciones citadas anteriormente, consideran que el conocimiento de las gráficas estadísticas lleva asociados cuatro aspectos: leer gráficos, interpretar gráficos, construir gráficos y evaluar gráficos. Los currículos de los distintos países no tienen en cuenta todos estos aspectos con la misma intensidad. Esto conlleva algunas dificultades para los estudiantes.

Un buen referente, en los años 80, fue las investigaciones de autores tales como Bell, Janvier (1987) y Swan (1985), sobre el lenguaje de funciones y las gráficas ya que marcaron un hito sobre el estilo de enseñanza a seguir para desarrollar la capacidad de interpretar y usar información, principalmente en relación con las traducciones entre diversos lenguajes de representación. También otros estudios sobre las transformaciones de un registro a otro nos sugieren algunas pautas a seguir en cuanto al proceso pedagógico para el diseño de material curricular para las gráficas estadísticas.

### 2.2 Objetivos de nuestra investigación

- En primer lugar y de forma directa, nuestra investigación se centra en las gráficas estadísticas, y pretendemos contribuir a mejorar el aprendizaje del bloque de organización de la información de primaria y secundaria obligatoria, aportando a su vez elementos teóricos y prácticos que permitan mejorar la formación inicial y permanente del profesorado de primaria. Para ello, queremos elaborar un material curricular que tenga en cuenta las dificultades de los estudiantes, que use medios informáticos y que emplee situaciones usuales de nuestro entorno. Una primera aproximación a esta línea de trabajo se encuentra en Socas, Noda y Espinel (1996).

- La investigación sobre gráficas estadísticas abarca muchos aspectos, en este trabajo estamos interesados especialmente en las capacidades y dificultades de los estudiantes, futuros docentes de primaria, y en la lectura, interpretación y construcción de determinadas gráficas estadísticas. El propósito es profundizar en la habilidad y capacidad para traducir entre distintas formas de presentar información, esto es, pasar de un gráfico a otro. La transnumeración, considerada

como la transformación a que se ha de someter los datos para facilitar su conocimiento, es el marco apropiado para esta línea de trabajo (Wild y Pfannkuck, 1999). Para trabajos previos en esta línea, ver Carrión y Espinel, (2005 a, 2005 b) y Espinel (2007).

- En los años 90, habíamos realizado una revisión bibliográfica de las gráficas estadísticas con vistas a preparar material para la formación de los profesores en formación y en ejercicio (Espinel, 1999). En la actualidad nuestra investigación se centra fundamentalmente en el análisis y evaluación de dos tipos de comportamientos, esto es *traducción e interpretación*, que tienen lugar a lo largo del proceso de enseñanza y de aprendizaje de las gráficas estadísticas. El procedimiento de *traducción* hace referencia al proceso de *intercambio de información entre gráficos y tablas o texto*, que consiste en describir los datos de una tabla en forma de texto o interpretar un gráfico a un nivel descriptivo con comentarios sobre su estructura; en nuestra investigación desglosamos el análisis de este comportamiento en cuatro clases:

- I (traslación de texto a gráfico),                      II (traslación de tabla a gráfico),  
III (traslación de gráfico a texto) y                      IV (traslación de gráfico a tabla).

En cuanto al proceso de *interpretación*, éste requiere una reestructuración y una ordenación del material en función de la importancia de su contenido, para *buscar relaciones entre elementos en el gráfico o entre gráficos*. En nuestra investigación, las valoraciones, respuestas y argumentos dados por los estudiantes nos servirán para realizar un análisis de este proceso.

### 2.3 Diseño de la investigación

Para estudiar los dos comportamientos mencionados, especialmente el de *traducción*, se diseñó un cuestionario escrito. Este cuestionario consta de 14 preguntas de respuestas múltiples agrupadas en seis tareas. Las tareas I hasta la IV constan cada una de tres preguntas diseñadas para analizar el proceso de traducción en las cuatro clases citadas. El cuestionario también presenta dos tareas V y VI, que plantean el paso de información de tabla a texto escrito y al contrario. Cada una de las tareas de que consta el cuestionario incluye además un apartado que permite realizar el análisis del proceso de interpretación, en función de las respuestas y razonamientos presentados por los estudiantes. Al final de este artículo, en los Anexos se recoge parte del cuestionario. En el Anexo I se muestran los ítems para la traslación de texto a gráfico y en el Anexo II para la traslación de texto a tabla.

Este cuestionario se diseña, en principio, para trabajar con alumnos de 6º curso de Educación Primaria, en la edad de 11 a 12 años y pretende localizar y analizar las capacidades y las dificultades que presentan los alumnos durante la educación obligatoria en el uso de los métodos de representación más comunes empleados en el análisis exploratorio, tales como diagramas de barras, histogramas, gráficos de puntos, gráficos de cajas y tallo – hoja.

Para conocer si los estudiantes para profesores realizan traducciones entre distintas representaciones de datos, utilizamos el cuestionario diseñado para los niños con algunos

cambios de la prueba original. Se sabe que los profesores necesitan incrementar su conocimiento sobre los gráficos y cómo enseñar gráficos, especialmente por el hecho de que éstos no han podido tener experiencias adecuadas de desarrollo profesional, debido a que esta parte del currículo sólo ha pasado recientemente a ser una parte importante en la educación elemental.

Se espera que los resultados de este cuestionario nos permitan identificar y analizar qué dificultades y limitaciones encuentran los estudiantes para profesores en el uso de los métodos de representación más comunes empleados en el análisis exploratorio de datos.

Para el trabajo que se recoge en esta publicación se optó por una muestra formada por un grupo de estudiantes de Magisterio. Estos alumnos contestan al cuestionario con anterioridad al desarrollo de los contenidos en Estadística; este grupo de 46 estudiantes, cursan la asignatura de Matemáticas de la especialidad de Educación Musical de la Facultad de Educación de la Universidad de La Laguna.

### **3. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO ANALIZADOS MEDIANTE EL MODELO DE RASCH**

Para la corrección del cuestionario se han codificado las respuestas de los estudiantes sólo como una variable dicotómica: 1 = bien y 0 = mal o blanco. Los resultados obtenidos por la aplicación del cuestionario, que consta de 14 ítems a 46 alumnos, se presentan y comentan a continuación. Para su análisis hemos recurrido al paquete Winsteps (Linacre, 2007) de acuerdo con los documentos de Oreja (2005) sobre la aplicación del modelo de Rasch.

#### **3.1 Estadística descriptiva**

En la tabla 1 se recoge un resumen descriptivo (media, desviación, máximo, mínimo) de los 46 alumnos en primer lugar y a continuación de los 14 ítems. La media de respuestas correctas alcanzada por los alumnos ha sido de 8,6 puntos ( $\sigma = 2,6$ ) sobre 14. Se ha detectado un caso extremo, y un estudiante que el programa ha eliminado. Todos los alumnos han respondido correctamente al menos 4 ítems. En lo que respecta a la fiabilidad de los individuos se observa que tiene 0,69 (aceptable) y en lo que respecta al cuestionario se obtiene 0,93 (alto). El Alpha de Cronbach da una fiabilidad para los alumnos de 0.70, admisible para estudios preliminares en investigaciones sobre educación.

Tabla 1

SUMMARY OF 45 MEASURED (NON-EXTREME) ALUMNOSS

	RAW		MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT	
	SCORE	COUNT			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	8.6	14.0	.85	.75	.96	-.2	1.34	.0
S.D.	2.6	.0	1.36	.12	.50	1.4	1.60	1.3
MAX.	13.0	14.0	3.51	1.10	2.37	3.2	8.01	3.7
MIN.	4.0	14.0	-1.40	.67	.38	-2.2	.22	-1.6
REAL RMSE	.82	ADJ.SD	1.08	SEPARATION	1.31	dALUMNO	RELIABILITY	.63
MODEL RMSE	.76	ADJ.SD	1.13	SEPARATION	1.49	ALUMNO	RELIABILITY	.69
S.E. OF ALUMNOS MEAN = .20								
MAXIMUM EXTREME SCORE:			1 ALUMNOSS					

ALUMNOS RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99  
 CRONBACH ALPHA (KR-20) ALUMNOS RAW SCORE RELIABILITY = .70

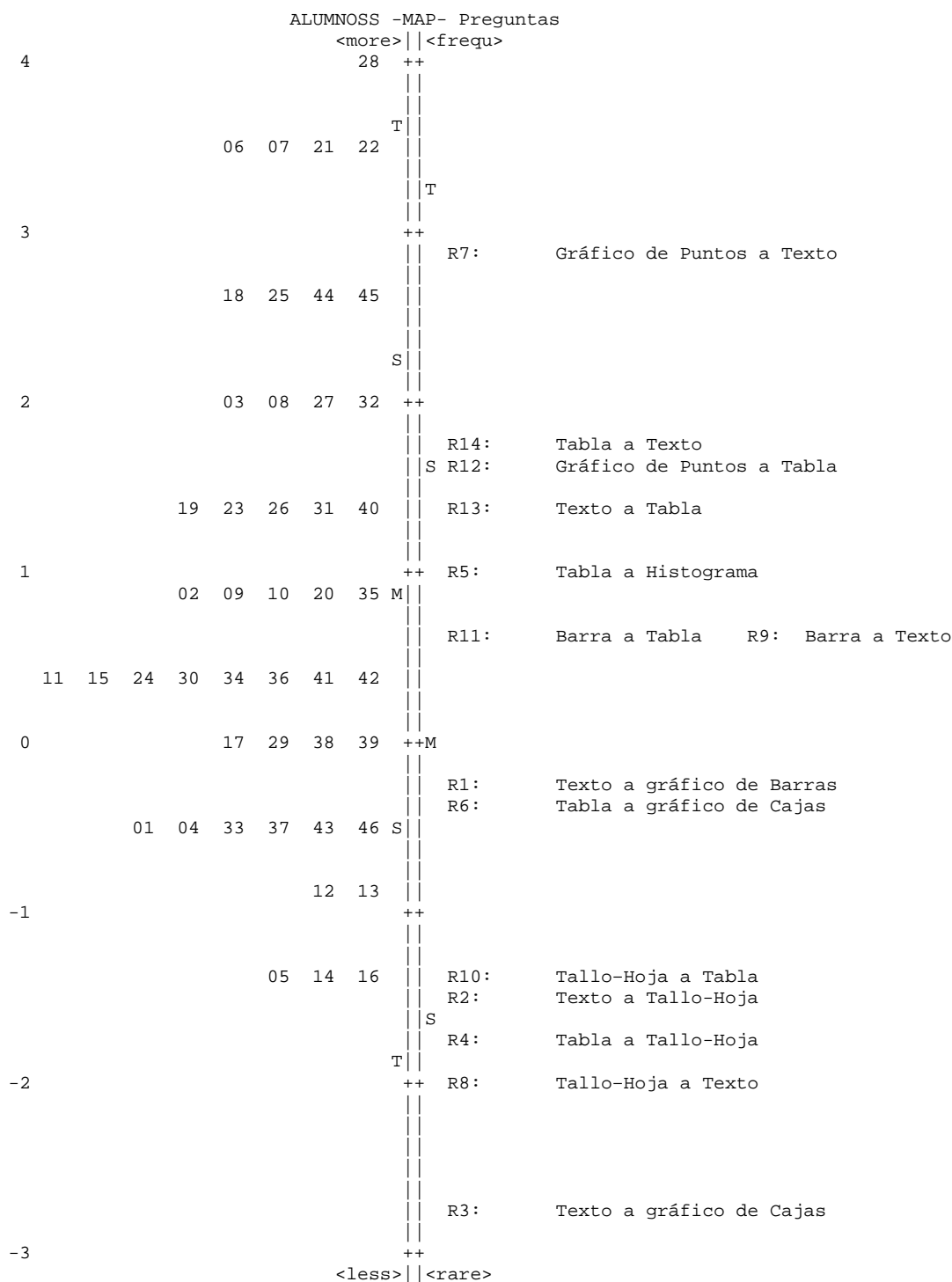
SUMMARY OF 14 MEASURED (NON-EXTREME) Preguntass

	RAW		MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT	
	SCORE	COUNT			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	27.8	45.0	.00	.43	.94	-.3	1.34	.4
S.D.	11.0	.0	1.62	.10	.27	1.4	.98	1.6
MAX.	43.0	45.0	2.70	.74	1.50	1.9	3.57	2.7
MIN.	9.0	45.0	-2.89	.35	.49	-3.3	.24	-2.8
REAL RMSE	.45	ADJ.SD	1.55	SEPARATION	3.43	Pregun	RELIABILITY	.92
MODEL RMSE	.44	ADJ.SD	1.56	SEPARATION	3.57	Pregun	RELIABILITY	.93
S.E. OF Preguntas MEAN = .45								
UMEAN=.000 USCALE=1.000								
Preguntas RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -.99								
630 DATA POINTS. APPROXIMATE LOG-LIKELIHOOD CHI-SQUARE: 528.32								

### 3.2 Mapa de alumnos y cuestiones

El modelo de Rasch coloca de forma jerárquica a los alumnos y a los ítems del cuestionario mediante un grafico conjunto. En el mapa de la figura 1 puede observarse en el lado izquierdo la distribución de los alumnos que sigue la forma aproximadamente de una normal, mientras que en el lado derecho los ítems siguen una distribución bastante dispersa y que se parece más a una distribución uniforme. Si bien hay zonas donde faltan ítems, el reparto es equilibrado, ya que hay siete ítems por encima de la media y siete por debajo. Estos huecos en la escala quizás son una invitación a introducir algunos cambios para mejorar el cuestionario. Además las dos distribuciones no se superponen. Hay ítems que son resueltos por la mayoría de los alumnos, pero también hay algunos (R2, R4, R8, R3) muy difíciles para esta muestra de alumnos. Los ítems R11 y R9 se solapan, lo que significa que teóricamente estiman la misma parte del constructo. El rango de distribución suele ser entre +/-3 logit. En este caso hay cinco estudiantes (casos: 28, 6, 7, 21, 22) por encima del umbral esperado.

Figura 1



### 3.3 Análisis de los ítems

De la tabla 2 se deduce que el ítem 7 ha sido el más fácil y mientras que el más difícil ha sido el ítem 3. Para la mayoría, 43 de los estudiantes, la traducción de gráfico de puntos a texto (R7) ha sido la pregunta más fácil, mientras que la pregunta más difícil ha sido el paso de un texto a gráfico de caja (R3), que sólo han contestado correctamente 9 alumnos.



Tabla 2

Preguntas STATISTICS: MEASURE ORDER												
ENTRY	RAW			MODEL	INFIT		OUTFIT		PTMEA	EXACT	MATCH	
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	OBS%	EXP%	
3	9	45	2.70	.43	1.50	1.9	2.69	2.5	.23	75.6	83.3	R3
8	13	45	2.05	.39	.49	-3.0	.36	-2.3	.82	88.9	78.9	R8
4	15	45	1.76	.37	.82	-1.0	1.29	1.0	.60	88.9	77.2	R4
2	17	45	1.49	.36	.85	-.9	1.06	.3	.61	84.4	75.4	R2
10	18	45	1.36	.36	.53	-3.3	.43	-2.8	.80	93.3	74.6	R10
6	26	45	.37	.35	1.11	.8	1.13	.6	.44	64.4	72.1	R6
1	27	45	.25	.35	1.08	.6	1.17	.7	.43	75.6	72.6	R1
9	34	45	-.68	.39	1.21	1.1	2.73	2.7	.20	77.8	78.3	R9
11	34	45	-.68	.39	.85	-.8	.69	-.6	.51	77.8	78.3	R11
5	36	45	-1.00	.41	1.06	.4	1.76	1.3	.29	77.8	81.2	R5
13	38	45	-1.36	.45	1.24	1.0	3.57	2.5	.04	86.7	84.5	R13
12	39	45	-1.57	.47	.76	-.8	.43	-.7	.48	86.7	86.6	R12
14	40	45	-1.81	.50	.82	-.5	1.23	.5	.35	88.9	88.8	R14
7	43	45	-2.89	.74	.80	-.1	.24	-.5	.34	95.6	95.5	R7
MEAN	27.8	45.0	.00	.43	.94	-.3	1.34	.4		83.0	80.5	
S.D.	11.0	.0	1.62	.10	.27	1.4	.98	1.6		8.2	6.4	

Asimismo, en esta misma tabla 2, se pueden observar algunos desajustes y por tanto la baja validez de algunos ítem, ya que hay varios que superan el valor de 2 de Unfit y Outfit (por exceso o por defecto) en los estadísticos MNSQ y ZSTD. Por tanto hay varios ítems que no tienen un buen comportamiento dentro del modelo de Rasch. Es el caso de los ítem: R3, R8, R10, R9 y R13.

En una primera aplicación del modelo de Rasch al cuestionario diseñado, se observan en la tabla 2 niveles no aceptables, en ítem y en estudiantes, a partir de los estadísticos MNSQ y ZSTD, tanto del Infit como del Outfit. Ello aconseja depurar ítem y estudiantes, según el modelo. Sin embargo, para nuestro estudio esperamos que cuando el cuestionario se resuelva después de un proceso de enseñanza, la situación pueda cambiar cuando se proceda a una nueva ejecución del programa Winsteps.

Para la perspectiva de nuestro análisis nos es suficiente poder observar los ítems ordenados jerárquicamente de acuerdo al grado de dificultad que supone la traducción entre distintas

representaciones de datos. A partir de la tabla 2 se observa que las representaciones de tallo-hoja y el gráfico de cajas parecen ser las representaciones que los estudiantes no controlan y por tanto no los comprenden para poder relacionarlos con otras formas de representación.

### 3.4 Orden de los estudiantes

En el escalograma de Guttman que se muestra en la tabla 3 se aprecia un ranking de los alumnos con mejores puntuaciones hasta los de peores resultados. Esta tabla de doble entrada (Alumnos / Preguntas) nos permite observar un ordenamiento de los estudiantes por el número de preguntas contestadas y de las preguntas por grado de dificultad. Se puede ver que casi todos los alumnos responden correctamente a los ítems 7, 14, 12 y 13, mientras que el ítem 3 son pocos los que lo contestan correctamente. También se puede apreciar los patrones de respuestas y por tanto detectar incoherencias entre las respuestas de los estudiantes.

Estamos interesados en conocer la posición de los estudiantes en relación a su capacidad de respuesta al cuestionario, con la finalidad de elegir algunos de ellos para un análisis de estudio de casos mediante entrevista. Para ello la tabla 3 supone una gran ayuda.

Tabla 3

GUTTMAN SCALOGRAM OF ORIGINAL RESPONSES:

ALUMNOS	Preguntas
	111 1 1
	74235911602483
	-----
28	+11111111111111 28
6	+11111011111111 06
7	+11111111111110 07
21	+11111111111110 21
22	+11111111111110 22
18	+11101111111110 18
25	+11111110111110 25
44	+11110111011111 44
45	+11101111111110 45
3	+11110110111110 03
8	+11101110111110 08
27	+10111011110111 27
32	+11111011111010 32
19	+1111111100001 19
23	+11101101110110 23
26	+11111110110001 26
31	+1111111110000 31
40	+11111011111000 40
2	+11110110011001 02
9	+11111111010000 09
10	+1111111100000 10
20	+11111111001000 20
35	+11111111000001 35
11	+11111111000000 11
15	+11111111000000 15
24	+11111011100000 24
30	+11111111000000 30
34	+11111111000000 34
36	+11111101001000 36
41	+11111110100000 41
42	+11111110100000 42
17	+11111100100000 17
29	+11011101100000 29
38	+11111110000000 38
39	+11101111000000 39
1	+111101000000100 01
4	+101100000001101 04
33	+11111010000000 33

```

37 +11110011000000 37
43 +11011100100000 43
46 +11011100100000 46
12 +11110010000000 12
13 +11110010000000 13
5 +00010000001101 05
14 +10001100100000 14
16 +00001101100000 16
|-----
| 111 1 1
| 74235911602483

```

#### 4. CONCLUSIONES

Nos preguntamos si los contenidos curriculares de la enseñanza obligatoria sobre *gráficas estadísticas* son suficientes para adquirir una cierta alfabetización en estadística. La comunicación efectiva a través de gráficos estadísticos es una destreza necesaria a la vez para estudiantes y trabajadores, ya sean profesionales estadísticos o no. Los gráficos eficaces muestran los datos; dicen la verdad; incentivan la comparación de diferentes partes de los datos; resumen gran cantidad de información cuantitativa en una pequeña región, descubren los datos con varios niveles de detalle; producen impacto; comunican con claridad, precisión, y eficacia; sirven para un propósito determinado: descubrir, conocer, y presentar; y están integrados con la descripción estadística y verbal de los datos (Tufte, 1997; Cleveland, 1987).

En general, se reconoce que la incorporación de contenidos de estadística a los *currículum* de primaria y secundaria ha ido acompañada de muy pocas investigaciones acerca de cómo los estudiantes aprenden los conceptos estadísticos (Estrada y otros, 2004). La realidad es que la investigación en didáctica de la estadística es reciente en la mayoría de los países. Algunas investigaciones muestran la complejidad de algunos conceptos (Batanero y otros, 1994; Espinel y Bruno, 2005) y los diversos factores que influyen para su comprensión (Friel y otros, 2001). Recientemente, se han consensado cuestiones prioritarias para la investigación en Educación Estadística (Batanero y otros, 2000).

Además, es deseable disponer de un material docente universitario que sirva de guía para la didáctica de las gráficas estadísticas para la formación de profesores de primaria. Este es un objetivo que nos proponemos a más largo plazo pero que al finalizar este proyecto se pretende tener una primera propuesta.

En resumen, la investigación que aquí se presenta es la elaboración y experimentación de un cuestionario para detectar las siguientes capacidades en los estudiantes: leer e interpretar valores de una variable dados en tabla o en distintas gráficas, elaborar una gráfica a partir de una información y relacionar distintos tipos de gráficos que correspondan a los mismos datos.

El cuestionario consta de varios ítems que corresponden a las opciones de traducción de la información de:

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| I. Texto escrito a gráfica   | II. Tabla a gráfica        |
| III. Gráfica a texto escrito | IV. Gráfica a tabla        |
| V. Texto escrito a tabla y   | VI. Tabla a texto escrito. |

El procedimiento más frecuente en Educación Matemática para resumir la información de los ítems de un cuestionario sería calcular el porcentaje de respuestas correctas. Este es un método que todos pueden entender e interpretar. Una línea de análisis que se ha incorporado a diferentes áreas y que se observa en publicaciones recientes es la metodología de Rasch (Febles, 2008). En la literatura existen varios antecedentes en el uso de Rasch y el conocimiento de representaciones de gráficas estadísticas (Wu, 2004; Aoyama, 2007). La característica más utilizada por los investigadores, y que con más frecuencia aparece en las publicaciones de didáctica, es que este modelo crea un continuo en el que se localizan tanto el rendimiento del alumno como la dificultad del ítem, y una función probabilística relaciona estos componentes. Para nuestro análisis los resultados mostrados por porcentajes, en relación a las seis traducciones consideradas, no muestran las verdaderas dificultades de las tareas, que están en los gráficos y no en las traducciones. Así, en el continuo lineal de la figura 1 se puede observar cómo, por ejemplo, la tarea III (Gráfica a texto escrito), tiene sus tres ítems repartidos a lo largo del continuo lineal con distintos niveles de dificultad: R7 (fácil), R9 (medio) y R8 (difícil). También se puede observar en esta figura 1 cómo la tarea I (Texto escrito a gráfica) muestra sus tres ítems (R1, R2 y R3) por debajo de la media y además los ítems R2 y R3 son poco contestados por los estudiantes.

El trabajo realizado ha sido una indagación preliminar sobre un cuestionario en relación con la traducción entre distintos lenguajes estadísticos en la representación de datos. La aplicación de la metodología de Rasch nos permite observar y descubrir distintos aspectos. Así, a consecuencia del análisis creemos oportuno cambiar el orden de las preguntas de forma que sigan una escala de Guttman. Por otra parte, según Linacre (2005), la ejecución del programa Winsteps con muestras pequeñas no afecta a la precisión de las medidas, no siendo necesario realizar correcciones en el cuestionario.

Las traducciones que han resultado más difíciles para los alumnos son aquellas en las que aparecen tallo-hoja y el gráfico de cajas. A pesar de estar estos gráficos en el currículo de la secundaria obligatoria parece que hay estudiantes para profesores que no los conocen (Espinell y Noda, 1992). Así, queda por observar los resultados del cuestionario después de un proceso de enseñanza donde se practique con estos gráficos. Es interesante observar que el gráfico de puntos que es poco frecuente sea el que resulta más fácil a los estudiantes, quizás porque los relacionan con los gráficos de funciones.

El cuestionario pretende evaluar, además de las traslaciones entre tipos de gráficas, los razonamientos efectuados por los alumnos ante la elección de sus respuestas, para ello el análisis de Rasch facilita la identificación de estudiantes con respuestas atípicas.

En conclusión, el análisis mediante el modelo de Rasch nos ha permitido ilustrar algunas de las ventajas de su uso como herramienta de evaluación para un diagnóstico individual de preguntas y de casos.

Nota: Esta investigación ha sido realizada en el marco del proyecto de investigación SEJ2006-10290 (Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid, programa del Plan Nacional de I+D+I).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOYAMA, K. (2007). Investigating hierarchy of student interpretations of graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Educations*. 2,3,298-318. On line: [www.iejme.com/032007/d10.pdf](http://www.iejme.com/032007/d10.pdf)
- BATANERO, C.; GODINO, J.D.; VALLECILLOS, A.; GREEN, D.R. and HOLMES, P. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* 25,4, 527-547.
- BATANERO, C.; GARFIELD, J.B.; OTTAVIANI, M.G.; and TRURAN, J. (2000). Investigación en Educación Estadística: algunas cuestiones prioritarias. *Statistical Education Research Newsletter*. 1(2). ([www.ugr.es/batanero/ListadoEstadística.htm](http://www.ugr.es/batanero/ListadoEstadística.htm)).
- BIGGERI, L., ZULIANI, A. (2004). The dissemination of statistical literacy among citizens and publicadministration directors. On line: [w.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/3/2464.pdf](http://w.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/3/2464.pdf).
- CARRIÓN, J. C. ; ESPINEL, M. C. (2005). Aptitudes and difficulties of 10 to 12 years old students when translating between different types of statistical representations. *Actas 55<sup>th</sup> Session of the International Statistical Institute, ISI*, Sydney, Australia.
- CARRIÓN, J. C.; ESPINEL, M. C. (2005). Gráficas Estadísticas: comprensión e implicaciones en la enseñanza. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, VII. Universidad de La Laguna.
- CLEVELAND, W. (Ed.)(1987). Research in Statistical Graphics. *Journal of the American Statistical Association*. 82, 398, 419-475.
- CURCIO, F.R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 382-393.
- ESPINEL, M.C.; NODA, M.A. (1992). Análisis de datos a través de métodos gráficos. *Números*, 22, 29-36
- ESPINEL, M.C. (1999-2000). Gráficas estadísticas: perspectiva desde la educación matemática. *El Güiniguada*. 8/9, 445-463.
- ESPINEL, M. C.; BRUNO, A. (2005) Gráficas estadísticas: algunas conexiones con la recta numérica y las escalas. Comunicación en *Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática SEIEM*. Córdoba.
- ESPINEL, M. C. (2007). Construcción y razonamiento de gráficos estadísticos en la formación de profesores. *Actas XI SEIEM (Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática)*, 99-119. la Laguna. Tenerife. España.

ESTRADA, A., BATANERO, C. Y FORTUNY, J.M. (2004). Un estudio de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación. *Enseñanza de las ciencias*. 22 (2), 263-274.

FEBLES, L. (2008). Los Modelos de Rasch en administración de empresas. Aplicaciones avanzadas. Colección Investigación. Fundación FYDE-Caja Canarias (Edición).

FRIEL, S. N.; CURCIO, F.R. and BRIGHT, G.W. (2001). Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.

JANVIER, C. (1987). *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. Hillsdale: Erlbaum Associates Publishers.

LINACRE, J. M. (2007): *Reliability and Separations. A User's Guide to Winsteps/Ministep Rasch – Model Computer Programs* Chicago: Winsteps. On line: [www.winsteps.com](http://www.winsteps.com)

MEC (2005): *PISA 2003. Pruebas de Matemáticas y de Solución de Problemas*. Inecse. Madrid.

OREJA, J.R. (2005) "Introducción a la medición objetiva en economía, administración y dirección de empresas: el modelo de Rasch".

On line: [http://webpages.ull.es/users/iude/investigacion/publicaciones/pdf\\_docs\\_trabajo/iude-0547.pdf](http://webpages.ull.es/users/iude/investigacion/publicaciones/pdf_docs_trabajo/iude-0547.pdf)

RICO, L. (2005); La alfabetización matemática y el proyecto PISA de la OCDE en España. *CEAPA, Revista de la Confederación de Padres*, 82, 7-13

SOCAS, M.; NODA, A.; ESPINEL, M.C. (1996). *Lectura e interpretación de gráficas cartesianas y estadísticas. Diseño de material curricular*. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias.

SWAN, M. (1985). *The language of graphs*. Shell Centre for Mathematical Education, University of Nottingham. (M.E.C. 1990, El lenguaje de funciones y gráficas).

TUFTLE, E. R. (1997). *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press.

WILD, C. J., and PFANNKUCH, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

WU, Y. (2004). Singapore Secondary School Students' Understanding of Statistical Graphs. On line: [www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/3/2464.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/3/2464.pdf)

ANEXO I

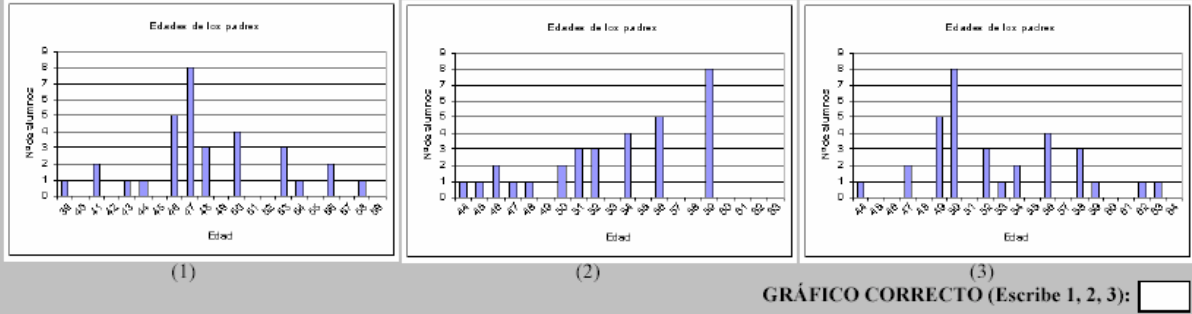
Un maestro ha realizado un estudio sobre las edades de los padres de 32 estudiantes, y ha encontrado lo siguiente:

**“Muchos estudiantes tienen padres cuya edad es 50 años; solo un cuarto (1/4), de los estudiantes tiene padres que son más jóvenes de 50 años; sin embargo, la mitad (1/2) de los estudiantes tiene padres mayores de 50”**

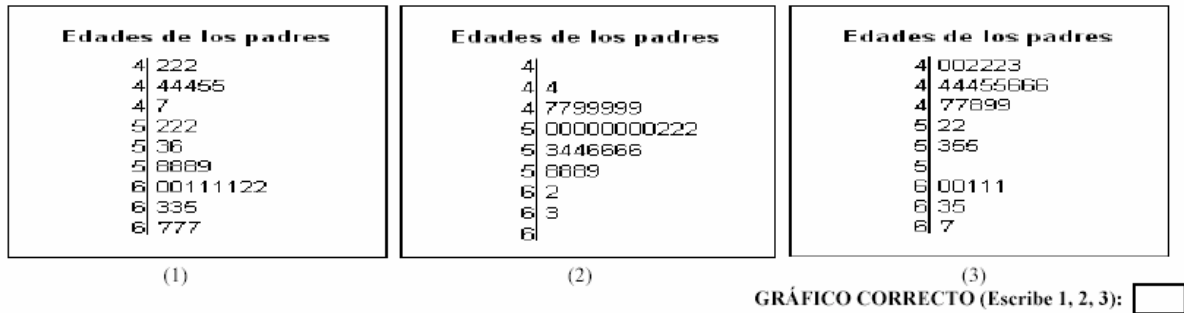
**1**

¿Cuál de las siguientes gráficas tiene el mismo significado que la información dada arriba? Selecciona la correcta para cada apartado a, b y c.

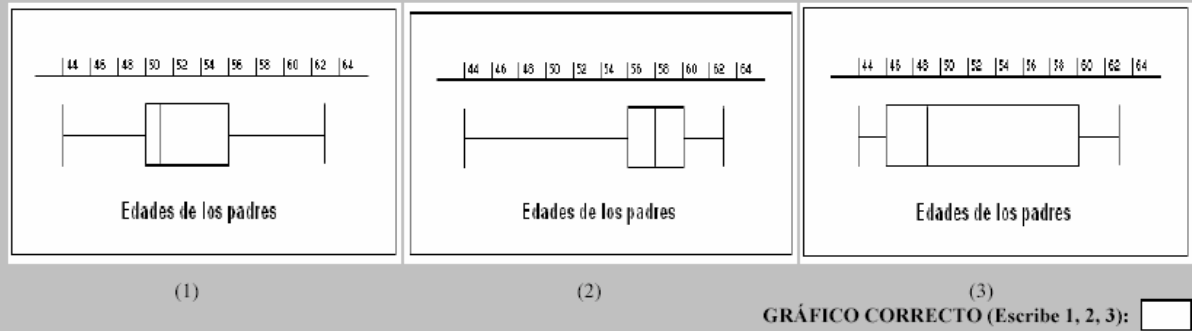
a.



b.



c.



USAR ESTE ESPACIO PARA ANOTAR POR QUÉ HAS ELEGIDO ESAS OPCIONES EN ESTA ACTIVIDAD

a)

b)

c)

ANEXO II

Un maestro ha organizado un grupo de 10 estudiantes para jugar al Scrabble. Después de examinar las palabras hechas por cada jugador y anotar el número de letras utilizado ha llegado a la siguiente conclusión:

**V**

**Todos los estudiantes han construido palabras con más de tres (3) letras; la mitad (1/2) de los jugadores hizo palabras con, al menos, siete (7) letras; la palabra más larga formada fue de ocho (8) letras.**

Seleccionar la tabla correcta para la información dada arriba.

- (1):
- |                     |  | Jugadores |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                     |  | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Nº de letras</b> |  | 2         | 9 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 8 | 5 | 4  |
- (2):
- |                     |  | Jugadores |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                     |  | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Nº de letras</b> |  | 4         | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 5 | 6 | 8  |
- (3):
- |                     |  | Jugadores |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                     |  | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Nº de letras</b> |  | 7         | 9 | 8 | 7 | 5 | 6 | 7 | 9 | 7 | 8  |

RESPUESTA CORRECTA (Escribe 1, 2, 3):

**USAR ESTE ESPACIO PARA ANOTAR POR QUÉ HAS ELEGIDO ESAS OPCIONES EN ESTA ACTIVIDAD**