

COMPRESIÓN  
LINGÜÍSTICA  
EN ESTUDIANTES  
DE PRIMARIA Y ESO

Rosario Martínez Arias  
Carlos Yuste Hernanz

Ministerio de Educación y Ciencia

CIDE

H/ 368

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

CENTRO DE INVESTIGACION, DOCUMENTACION Y  
EVALUACION

Servicio de Documentacion, Biblioteca y Archivo

C/ San Agustín, 5 28014 MADRID

Telfono.: 3693026;Fax:4299438

=====

FECHA DEVOLUCION

- 3 DIC. 1996

25 JUL. 1997

10 NOV. 1997



DONATIVO

96050

NA-12139  
D



H/368<sup>5</sup>

**“COMPRESIÓN LINGÜÍSTICA EN  
ESTUDIANTES DE PRIMARIA  
Y ESO”  
(9-15 AÑOS)**

**VALIDACIÓN DE UNA BATERÍA  
DE PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO**

Rosario Martínez Arias - Carlos Yuste Hernanz



BIBLIOMECA



032253



R. 111.147

Número 123

Colección INVESTIGACION

1. Fonología.—2. Lectura precoz.—3. Uso didáctico del ordenador.—
4. Educación Infantil



© MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

Secretaría de Estado de Educación

Dirección General de Renovación Pedagógica

Centro de Investigación y Documentación Educativa

EDITA: Centro de Publicaciones - Secretaría General Técnica

Tirada: 1.200 ej.

Depósito Legal: M-20180-1996

NIPO: 176-96-032-1

ISBN: 84-369-2849-0

Impresión: Artes Gráficas Iberoamericanas, S.A. (AGISA).

Tomás Bretón, 51. 28045 Madrid

---

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	9
I: EL ANÁLISIS FACTORIAL EN EL DESARROLLO DE LAS TEORÍAS DE LA INTELIGENCIA Y DE LAS APTITUDES	
1.1. Historia del método .....	15
1.2. El análisis de componentes principales .....	19
1.3. El análisis factorial exploratorio .....	20
1.4. La rotación de los factores .....	23
1.5. El análisis factorial confirmatorio .....	24
Apéndice: medidas globales de ajuste de los modelos confirmatorios ...	34
II: LA ESTRUCTURA DE LA INTELIGENCIA Y DE LAS APTITUDES	
2.1. Introducción .....	39
2.2. Los modelos factoriales de la estructura de la inteligencia .....	39
2.3. Los modelos multifactoriales americanos .....	41
2.4. Los modelos jerárquicos .....	44
2.5. Consideraciones finales sobre los modelos factoriales de la inteligencia y las aptitudes .....	46
2.6. Nuevas aproximaciones al estudio de la inteligencia y las aptitudes	50
III: LAS APTITUDES VERBALES	
3.1. Las aptitudes verbales en las teorías factoriales .....	55
3.2. Investigaciones factoriales acerca de las aptitudes verbales .....	57
3.3. Las aptitudes verbales y la psicología del procesamiento de la información .....	66
3.4. Conclusiones .....	68



IV:	OBJETIVOS, HIPÓTESIS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LAS INVESTIGACIONES	
	4.1. Objetivos e hipótesis generales .....	73
	4.2. Fases de la investigación .....	75
V:	ESTUDIO 1: LAS APTITUDES VERBALES EN SUJETOS DE BUP	
	5.1. Objetivos e hipótesis .....	77
	5.2. Método .....	78
	5.3. Variables .....	79
	5.4. Análisis de los datos .....	82
	5.5. Resultados .....	83
VI:	ESTUDIO 2: COMPRENSIÓN VERBAL EN ESCOLARES DE 9-15 AÑOS: VALIDACIÓN DE UNA BATERÍA DE TESTS	
	6.1. Objetivos .....	105
	6.2. Método .....	106
	6.3. Análisis de los datos .....	119
	6.4. Resultados .....	121
	6.5. Discusión .....	135
VII:	ESTUDIO 3: PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DE LA BATERÍA DE TESTS. VALIDEZ PREDICTIVA Y ESTRUCTURA FACTORIAL DE LAS APTITUDES VERBALES EN SUJETOS DE 9-15 AÑOS	
	7.1. Objetivos generales del estudio .....	137
	7.2. Método .....	137
	7.3. Resultados en cuanto a fiabilidad de los tests y estadísticos descriptivos.....	140
	7.4. Validez predictiva de los tests .....	140
	7.4.1. Resultados obtenidos en el nivel elemental .....	142
	7.4.1.1. Coeficientes de validez .....	142
	7.4.1.2. Ecuaciones de regresión múltiple para la predicción del rendimiento en las diferentes materias escolares .....	145
	7.4.1.3. Correlaciones canónicas .....	149
	7.4.2. Resultados obtenidos en el nivel medio .....	154
	7.4.2.1. Coeficientes de validez de los tests .....	154
	7.4.2.2. Coeficientes de correlación múltiple entre conjuntos de tests predictores y los criterios .....	157
	7.4.2.3. Resultados de la Correlación canónica .....	160



---

7.5. Estructura factorial de las aptitudes verbales .....	163
7.5.1. Estructura dimensional de las aptitudes verbales en el nivel medio .....	164
7.5.1.1. Resultados de los análisis exploratorios .....	164
7.5.1.2. Análisis factorial confirmatorio: nivel medio .....	169
7.5.2. Estructura dimensional de las aptitudes verbales en el nivel elemental .....	181
7.5.2.1. Resultados de los análisis exploratorios .....	181
7.5.2.2. Análisis factorial confirmatorio: nivel elemental .....	185
VIII: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	193
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	197



---

## INTRODUCCIÓN

Durante varios años —desde finales de los años sesenta— se ha venido desarrollando en la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense de Madrid un programa de investigación dirigido por el Dr. YELA, sobre la Estructura Diferencial de la Inteligencia. En una primera fase, el objetivo del programa fue aclarar empírica y diferencialmente la estructura de la inteligencia y más concretamente de las áreas espacial y verbal como rasgos fundamentales de la misma.

Esta investigación se enmarca dentro de las realizadas sobre el área de la aptitud verbal. La hipótesis sobre la que se basa el conjunto de trabajos en este área del programa es que las diferencias individuales de la conducta inteligente forman un campo de covariación continuo, heterogéneo y jerárquico. Desde esta perspectiva se formularon las hipótesis que han dado lugar a los estudios sobre el área verbal de la inteligencia tanto en Fluidez como en Comprensión Verbal.

Partiendo de este enfoque se realizaron numerosas investigaciones, plasmadas en su mayor parte en tesis doctorales en el área de las aptitudes verbales, especialmente en el de la Fluidez Verbal o de las aptitudes verbales divergentes. La Comprensión Verbal ha sido estudiada en un número menor de ocasiones, debido probablemente a la dificultad de la preparación, depuración y tiempo de aplicación que requieren los instrumentos de medida.

Todos estos trabajos fueron realizados en el marco de la metodología del Análisis Factorial Exploratorio, tanto los referentes a la Fluidez, como a la Comprensión Verbal. Esta metodología tuvo una enorme importancia de los años treinta a los setenta, pero está siendo desplazada en la actualidad por los métodos factoriales Confirmatorios, en los estudios referidos a la estructura de aptitudes y variables de personalidad.

El presente trabajo pretende, en la línea de investigación antes mencionada, hacer una descripción completa y jerárquica del área de la Comprensión Ver-



bal. En él se presenta una investigación previa, cuyos resultados dieron lugar a la solicitud de la subvención del CIDE para continuar los trabajos en ella iniciados. Seguidamente, se presentan los resultados de la investigación objeto de la financiación. En esta investigación preliminar se pretendió poner a prueba una hipótesis en línea con los resultados obtenidos en las investigaciones sobre la Fluidez Verbal y que se plasma en que la Comprensión Verbal está formada por tres dimensiones: Lingüística, Semántica e Ideativa.

Investigaciones más recientes en el ámbito de la estructura factorial de la inteligencia nos llevaron a otra hipótesis según la cual, los tests basados en contenidos verbales exhiben una estructura similar a la de la Inteligencia en general, excepto en sus aspectos visoespaciales, poniéndose de relieve en ella factores perceptivos, de conocimiento lingüístico y de razonamiento.

Como principal novedad con respecto a los trabajos anteriores, en éste se aborda la estructura factorial de las aptitudes verbales de producción convergente, utilizando procedimientos de Análisis Factorial Confirmatorio, mucho más adecuados para la evaluación de modelos.

Además de estos aspectos teóricos referidos a la estructura factorial de la inteligencia verbal, en esta investigación se desarrollaron dos extensas baterías de tests verbales, para niños de 9 a 11 años y adolescentes de 12 a 16 años, -INVE: nivel elemental e INVE: nivel medio. Se intentó que en ellas estuviesen recogidas de forma fiable y válida las principales dimensiones de la inteligencia verbal, tan importante para la predicción de los rendimientos académicos y para el diagnóstico de muchos de los problemas de aprendizaje escolar que se presentan en estas edades.

El trabajo se estructura en dos grandes secciones: una primera, en la que se presenta la justificación teórica y una segunda, en la que se exponen las investigaciones empíricas. La sección teórica consta de tres capítulos: en el primero se revisa brevemente la metodología factorial, base metodológica de la mayor parte de las investigaciones en este ámbito, con especial referencia a los principales conceptos del análisis factorial confirmatorio, instrumento con el que se desarrolla en gran medida esta investigación. La razón de la inclusión de estos capítulos es la estrecha relación existente en este tipo de trabajos entre lo sustantivo -las aptitudes- y la metodología empleada para su estudio. La historia de la Psicología en el área del análisis de las aptitudes va indisolublemente unida a los desarrollos en las técnicas de análisis factorial. En el segundo capítulo se revisan brevemente los principales modelos factoriales, ya que los factores verbales siempre se encuentran en el contexto de estructuras más amplias, aunque en el presente trabajo nos limitamos a esta parcela concreta. Por último, el tercero y último capítulo de esta sección se centra específicamente en las investigaciones sobre la Comprensión Verbal. El impacto de los nuevos métodos de análisis de la inteligencia en el marco del *Procesamiento del Información* también se observa en las aptitudes verbales. Por este motivo, se incluye un breve apartado en el

que se presentan estos nuevos modelos, aunque este enfoque no se introduce en la parte empírica, por las dificultades que entraña la recogida de los datos requeridos en los centros escolares. La investigación empírica se articula en cuatro estudios:

- Estudio 1, en el que se presentan los principales resultados de la investigación preliminar.

- Estudio 2, en el que se refiere el trabajo de preparación y validación de los tests, llevado a cabo durante 1993.

- Estudio 3, en el que se exponen los resultados finales de la investigación. Este se divide en dos apartados: el referido a la estructura factorial de las aptitudes verbales y el correspondiente a la validación de la batería, con los análisis de fiabilidad, validez y de los elementos que componen los distintos tests.

### **NOTA: ACERCA DE LA NOTACIÓN EMPLEADA EN EL TEXTO**

Debido a dificultades con el procesador de textos utilizado, en las notaciones de los modelos factoriales se ha utilizado una notación algo diferente a la notación estándar y a la que se presenta en la parte empírica. Esto se refiere al caso de las letras griegas que representan los parámetros de los modelos factoriales, exploratorios y fundamentalmente confirmatorios.

Las modificaciones en la notación son las siguientes:

- Autovalores de las matrices: normalmente se representan por lambda; aquí se denotan por  $\mu$ .

- Matriz de pesos en los modelos confirmatorios: se representa como lambda mayúscula y sus elementos por lambda minúscula; aquí se denota como matriz  $L$  y sus elementos como  $l_{ij}$ .

- Vector de factores en los modelos confirmatorios: habitualmente se presenta por la letra griega ksi, y sus elementos con esta misma letra con subíndices; aquí se denotan como  $\gamma$  con subíndices.

En la parte empírica se respetan las notaciones originales.





---

**SECCIÓN I**  
**INTRODUCCIÓN TEÓRICA**





# EL ANÁLISIS FACTORIAL EN EL DESARROLLO DE LA TEORÍA DE LA INTELIGENCIA Y DE LAS APTITUDES

## 1.1. HISTORIA DEL MÉTODO

### 1.1.1. F. Galton y sus discípulos

No podemos comenzar esta introducción sin referirnos a Francis Galton, que puede considerarse el "padre", tanto de los aspectos metodológicos, como de los sustantivos a los que se refiere la investigación. En un momento tan temprano como 1883, escribía: *"el objeto de la ciencia estadística es descubrir métodos que permitan condensar grandes grupos de hechos similares en forma breve y reducida, de modo que permitan su interpretación"*.

Coherente con esta idea, Galton puede considerarse el promotor e impulsor de los métodos estadísticos multivariantes, cuyos orígenes están ligados al desarrollo de los métodos correlacionales.

El concepto actual de la correlación en estadística también está ligado a Galton, que lo estableció como una medida de la variación concomitante entre rasgos o características medibles. El mismo Galton consideró también la idea más general de cómo medir el grado de covariación entre una variable y una combinación de otras, o problema de la correlación múltiple. Galton no resolvió los procedimientos matemáticos para tratar con estos problemas, pero Pearson y Yule, a finales de siglo, proporcionaron procedimientos estadísticos de amplio uso todavía en la actualidad.

### 1.1.2. El análisis de componentes principales

El problema real que hizo desarrollar esta técnica fue el intento de identificar delinquentes por medio de un conjunto de medidas corporales.

Galton criticó el procedimiento de medida utilizado, basándose en la idea de que las medidas muy correlacionadas, usadas en las primitivas investigaciones,



proporcionaban escasa información y resultaban poco económicas, en consecuencia.

Edgeworth tuvo en cuenta esta sugerencia y decidió reemplazar las medidas observadas por un conjunto de variables hipotéticas derivadas, con la propiedad de estar incorrelacionadas. Esta idea puede considerarse como el primer intento de realizar un análisis de componentes principales.

Mientras tanto, uno de los colaboradores de Pearson, W.R. Macdonell, obtuvo medidas de siete variables físicas obtenidas sobre 3000 delincuentes. Realizó unos análisis publicados en 1902 en los que presentó las correlaciones calculadas entre las variables y expuso los datos en forma de una matriz. Este trabajo fue leído por K. Pearson, que estableció que los índices ideales para resumir la información contenida en estas medidas, eran los correspondientes a los ejes perpendiculares del elipsoide multidimensional obtenido cuando las medidas se representaban en un espacio *p-dimensional*. Pearson, en 1901, encontró una solución teórica al problema de los ejes principales en términos de mínimos cuadrados. Desarrolló el problema con un número muy reducido de variables pero no dio sugerencias para tratar con conjuntos mayores. Estos métodos más prácticos fueron desarrollados por Hotelling en su artículo *Analysis of a complex of statistical variables into principal components* (Hotelling, 1933).

### 1.1.3. El análisis factorial

También las bases del Análisis Factorial se encuentran en los trabajos de Galton y Pearson sobre correlaciones, aunque su motivación fue algo diferente de la mostrada en el Análisis de Componentes Principales. La motivación en este caso fueron sus teorías acerca de las **potencias y facultades mentales**. Galton (1869) en su libro *Hereditary Genius* afirma que *"hay una constante capacidad mental promedio en los habitantes de las Islas Británicas y las desviaciones de este promedio deben seguir la ley que gobierna las desviaciones de todos los promedios verdaderos"*.

Pearson (1904), desarrollando esta afirmación de Galton, señaló que *"hay un continuo a lo largo del que puede medirse la capacidad mental o inteligencia, que en la población sigue una distribución aproximadamente normal"*.

El análisis factorial tiene sus orígenes precisamente en el intento de definir ese rasgo denominado *inteligencia*, siendo el pionero en este trabajo Charles Spearman. Este estuvo muy influido por las técnicas correlacionales de Galton y Pearson, pero consideraba que su uso no debería ser indiscriminado. En 1904 publicó un trabajo en el que expuso los resultados de diversas investigaciones realizadas con distintos instrumentos de medida, en el que expresó su convencimiento de que, eliminadas las influencias contaminadoras de las correlaciones manifiestas entre las variables, existe una estrecha correspondencia entre todas

las formas de discriminación sensorial y las actividades intelectuales más complejas de la vida práctica. Concluye que, "como una importante consecuencia práctica de esta unidad universal de funcionamiento intelectual, las diversas formas de actividad mental constituyen una Jerarquía de variables, conectadas de forma estable, según sus diferentes grados de saturación intelectual".

Este trabajo tuvo una enorme influencia sobre la comunidad de psicólogos, ya que la estructura jerárquica que había observado en sus matrices de correlaciones podía explicarse postulando una hipotética facultad mental, el factor "g", que intervenía en la ejecución de todas las tareas. Ya muchos años antes, Galton había señalado que la única causa de la correlación entre dos rasgos **i** y **j** era un tercer rasgo "g" y que debía mantenerse la relación:

$$r_{ij} = r_{ig} r_{jg} \quad (1)$$

La validez de esta afirmación de Galton se demostró más adelante una vez establecida la fórmula de la correlación parcial, que permitió mantener a "g" constante, haciéndose 0 la expresión (1)

$$r_{ij.g} = \frac{r_{ij} - r_{ig} r_{jg}}{((1 - r_{ig}^2)(1 - r_{jg}^2))^{1/2}} \quad (2)$$

La ecuación (1) es la básica en la teoría de los dos factores de Spearman. Expresada en palabras, dice que la correlación entre dos tests puede obtenerse del producto de sus correlaciones con el hipotético factor g. Si esto es cierto, puede establecerse una propiedad interesante para todas las correlaciones de una matriz. Usando (1) puede demostrarse que:

$$r_{is} r_{jt} - r_{js} r_{it} = 0 \quad (3)$$

El lado izquierdo de la ecuación se conoce con el nombre de la *diferencia tetrádica*. Esta expresión se conoce en matemáticas como el valor de un menor complementario o determinante de orden dos de la matriz y cuando estos menores son cero, la matriz es de rango 1. Si en (1) hacemos  $j=i$ :

$$r_{ii} = r_{ig}^2 \quad (4)$$

En (4)  $r_{ii}$  se conoce como la *autocorrelación* o *comunalidad del test i* y  $r_{ig}^2$  representa la cantidad de varianza del test que puede explicarse por el hipotético factor "g" común a todos los tests de la batería.

Puesto que los elementos diagonales en una matriz de correlaciones son la unidad, la discrepancia  $(1 - r_{ig}^2)$  se denomina *varianza específica del test*. En



otras palabras, el modelo del análisis factorial establece que, después de eliminados los errores aleatorios, la varianza de cada test se compone de dos partes independientes, una debida a los factores comunes o comunalidad y otra debida al factor específico o unicidad.

Pronto comienza a ponerse en cuestión el modelo bifactorial de Spearman. Ya en 1917 Burt mostró pruebas de la existencia de factores de grupo: verbal, numérico y práctico en las materias escolares, además de *g*.

Uno de los críticos más duros del trabajo de Spearman fue Godfrey Thomson. Repetidamente en sus escritos advertía a los psicólogos de los peligros de la "reificación" de los factores y de la tendencia a considerarlos como entidades **causales en la mente humana**. No obstante, la evidencia mostrada en las matrices de correlaciones, le llevó a sugerir un modelo de la actividad cerebral que permitía explicar este fenómeno. El modelo de Thomson (1919, 1939), establecía que la mente puede considerarse formada por una población de numerosos pequeños componentes, distintos e independientes, denominados "**bonds**" (**lazos o conexiones**), que no define de forma rigurosa, pero que pueden considerarse como **conexiones** establecidas cuando se forma un hábito. Sugiere que al realizar un test, entra un juego una muestra aleatoria de estos elementos (mayor cuando la tarea es difícil y menor para una tarea simple). Partiendo de este modelo demostró que si en una batería de **n tests** las proporciones de "lazos" muestreados fuesen respectivamente  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , el valor más probable de la correlación entre el test **i** y el test **j** sería:

$$p_i p_j$$

Además, mostró que las correlaciones exhibirían diferencias tetrádicas de cero. O, en otras palabras, que el rango de la matriz era 1. Más adelante señaló que el rango 1 se conseguiría únicamente si las muestras fuesen extraídas de la población completa, lo que no es usualmente el caso. Esta tendencia a la unidad se vería interferida con el hecho de que tienden a formarse **subpoblaciones** por contenidos verbales, perceptivos, espaciales, etc, y este muestreo en las subpoblaciones llevaría a los **factores de grupo**. Los desarrollos estadísticos más finos de este modelo fueron llevados a cabo posteriormente por Bartlett (1937, 1953).

Kelley (1928) también obtuvo una lista de factores: *verbal, numérico, memoria sin sentido, espacial y rapidez*, marcando el comienzo de los modelos de **aptitudes múltiples**, característicos de los factorialistas americanos. La ruptura completa de éstos con la teoría de los dos factores vino con el trabajo de Thurstone (1938), que constituyó la base para el posterior trabajo en este país, como señalamos más adelante y caracterizado ya por la aplicación de los procedimientos matriciales a la determinación de los factores.



A continuación se presenta una somera exposición de las principales técnicas usadas en la actualidad para la determinación de factores, ya que toda la literatura publicada, así como el presente trabajo, se basa en estos métodos.

## 1.2. EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

En el apartado anterior se explicaron los orígenes del análisis de componentes principales. A continuación presentamos una descripción de la técnica en forma de ecuaciones matriciales, así como de sus principales usos.

Supongamos que disponemos de las puntuaciones de una muestra de  $n$  sujetos en  $p$  tests; estas puntuaciones pueden escribirse en notación matricial como:

$$\mathbf{X} = [\mathbf{x}_{ij}] \quad (5)$$

Suponiendo las  $x_{ij}$  en términos de desviaciones de sus respectivas medias y siendo la media de cada columna de puntuaciones 0. Las sumas de cuadrados y productos cruzados de las  $p$  variables puede escribirse como  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$  y la correspondiente matriz de covarianza como:

$$\mathbf{S} = (\mathbf{X}'\mathbf{X}) / (n - 1) \quad (6)$$

El propósito del análisis de componentes principales es transformar la matriz  $\mathbf{X}$  de las  $p$  variables, que pueden estar correlacionadas entre sí, en otra matriz  $\mathbf{Y}$  de  $p$  variables hipotéticas no correlacionadas, que decrecen en varianza de la primera a la última. Este objetivo se logra postmultiplicando  $\mathbf{X}$  por una matriz ortogonal  $\mathbf{U}$ :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\mathbf{U} \quad (7)$$

Siendo las columnas de  $\mathbf{U}$  los autovectores normalizados de la matriz  $\mathbf{S}$ , ordenados de forma que el primero corresponde al mayor autovalor de  $\mathbf{S}$ , el segundo al siguiente en valor, etc. Las nuevas variables resultantes, denominadas **componentes principales**, representan una combinación lineal de las variables originales:

$$y_j = x_1 u_{j1} + x_2 u_{j2} + \dots + x_p u_{jp} \quad (8)$$

Y para el conjunto de las  $p$  nuevas componentes:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{u} \quad (9)$$

La varianza de las componentes es:

$$\text{var}(\mathbf{y}_j) = (\mathbf{u}' \mathbf{S} \mathbf{u}) \quad (10)$$

Técnicamente, el problema consiste en encontrar el vector que maximice  $\mathbf{u}'\mathbf{S}\mathbf{u}$  sometido a la restricción de que  $\mathbf{u}'\mathbf{u} = 1$ . La solución requiere encontrar el mayor autovalor  $\mu_1$  de  $\mathbf{S}$ . En la práctica, cuando se usa el análisis de componentes principales como procedimiento de reducción de la dimensionalidad para determinar "factores", sus resultados suelen expresarse en términos de los autovalores y autovectores de la matriz  $\mathbf{S}$ , sin calcular las puntuaciones componentes. Para facilitar la interpretación, cada vector columna de  $\mathbf{U}$  tiene escalados sus elementos de modo que la suma de sus cuadrados es equivalente a su correspondiente autovalor, que es la varianza del primer componente.

Dados  $\mu_j$  y  $\mathbf{u}_j$ , se obtiene un nuevo vector:  $\mathbf{w}_j$

$$\mathbf{w}_j = \mu_j^{-1/2} \mathbf{u}_j \quad (11)$$

En los casos en los que se emplea la matriz de correlaciones  $\mathbf{R}$ , con unos en la diagonal, que es el uso habitual del análisis de componentes para la obtención de factores, en vez de  $\mathbf{S}$ , los elementos de  $\mathbf{w}_j$  pueden interpretarse como las correlaciones o saturaciones de las variables observadas con la  $j$ -ésima componente, lo cual ayuda en la interpretación. El análisis de componentes principales tiene muchas aplicaciones prácticas. Tal vez la más usual en Psicología sea como técnica de la reducción de la dimensionalidad y obtención de variables latentes o factores en la investigación psicométrica. Cuando un conjunto de variables observadas están interrelacionadas, se encuentra frecuentemente que las primeras componentes derivadas explican una buena parte de la varianza total del conjunto de las variables observadas y éstas pueden reemplazarse por un menor conjunto de estas componentes. Dada la independencia de las componentes, puede calcularse fácilmente la proporción de varianza del conjunto explicada por cada una de ellas y la proporción de varianza acumulada, tras la extracción de una serie de componentes.

Resulta muy útil ya que, por tratarse de una técnica matemática, no requiere de supuestos distribucionales sobre las variables observadas.

### 1.3. EL ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO (AFE)

Ya se ha destacado en la breve descripción histórica que el análisis factorial es utilizado fundamentalmente en el análisis de la estructura de matrices de correlaciones, con variables medidas de forma imprecisa, como es el caso de las variables observadas en los tests psicológicos. Durante años se ha usado una



gran diversidad de métodos de estimación de los parámetros. El más utilizado tradicionalmente, y que también se usará en este trabajo, es el denominado **Análisis de Factores Principales**, del que omitimos su explicación ya que consiste en la aplicación de la misma técnica matemática de los ejes principales presentada en 1.2. a la matriz de correlaciones reducida  $\mathbf{R}^*$ , que no tiene unos en la diagonal, como en el caso del análisis de componentes aplicados a  $\mathbf{R}$ , **sino las comunales** (parte de la varianza de la variable explicada por los factores comunes).

Actualmente, el método más eficiente de estimación de los parámetros es el de **Máxima Verosimilitud (MV)**, también utilizado en este trabajo. La teoría estadística que soporta este método de estimación es dada por Lawley y Maxwell (1971), y aquí simplemente exponemos las principales características del procedimiento, que facilitan la interpretación.

Sea  $z_i$  un conjunto de  $p$  variables independientes con distribución normal multivariante en una población, y de las que asumimos están en forma estandarizada, siendo  $\Sigma$  su matriz de correlaciones en la población. Esta matriz debe ser de rango  $p$ .

Supongamos que se imponen ciertas restricciones sobre los coeficientes de correlación, de tal modo que, ajustando sus elementos diagonales, su rango puede reducirse de  $p$  a  $k$ . Esta matriz ajustada  $\Sigma_k$  es ahora de rango  $k$  y sus  $p$  filas o columnas ya no son linealmente independientes. Esta nueva matriz dependerá de  $k$  y estas  $k$  dimensiones hipotéticas de variabilidad representan los **factores comunes de las  $p$  variables iniciales** y son suficientes para explicar sus intercorrelaciones.

El modelo resultante puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$z_i = l_{i1} f_{13} + \dots + l_{ik} f_k + e_i \quad (12)$$

Que establece que la variable estandarizada observada  $i$ -ésima es la suma ponderada de  $k$  factores comunes más un factor residual, específico de dicha variable. Por lo tanto el modelo postula  $k$  factores comunes y  $p$  específicos, éstos últimos estadísticamente independientes entre sí y con los factores comunes. Los factores se asumen estandarizados, es decir, con media cero y varianza unidad. Inicialmente, se asume además la independencia estadística de los factores comunes, es decir,  $E(f_r f_s) = 0$ , para  $r \neq s$ .

Si denotamos la varianza de  $e_i$  por  $\sigma_{ii}^2$ , la varianza de la variable observada puede expresarse en términos de sus saturaciones factoriales y de su varianza residual:

$$E(z_i^2) = l_{i1}^2 + \dots + l_{ik}^2 + \sigma_{ii}^2 \quad (13)$$

Puesto que la varianza de  $z$  es la unidad, si hacemos:

$$h_i^2 = 1 - \delta_{ii}^2 = l_{i1}^2 + \dots + l_{ik}^2 \quad (14)$$

La expresión representa la **comunalidad de la variable**, es decir, la parte de la varianza que puede ser atribuible a factores comunes.

Sea  $\mathbf{D}$  una matriz diagonal de orden  $p$ , cuyos elementos son las varianzas residuales  $\delta_{ii}^2$ , podemos establecer la matriz que se somete a análisis factorial como:

$$\Sigma^* = \Sigma - \mathbf{D} \quad (15)$$

Siendo sus elementos diagonales las comunaldades de las variables observadas. La correlación entre dos variables observadas cualesquiera,  $i$  y  $j$ , puede entonces establecerse como:

$$\mathbf{E}(z_i z_j) = l_{i1} l_{j1} + \dots + l_{ik} l_{jk} \quad (16)$$

La ecuación (12) puede expresarse en términos matriciales para el conjunto de las  $p$  variables:

$$\mathbf{z} = \mathbf{L}\mathbf{f} + \mathbf{e} \quad (17)$$

Donde  $\mathbf{z}$  y  $\mathbf{e}$  son vectores columna;  $\mathbf{f}$  es un vector columna que contiene los  $k$  factores y  $\mathbf{L}$  ( $l_{ij}$ ) es una matriz  $p \times k$  de saturaciones o pesos factoriales. En el método de máxima verosimilitud,  $\mathbf{L}$  se define unívocamente introduciendo la restricción de que la matriz:

$\mathbf{L}'\mathbf{D}^{-1}\mathbf{L}$  debe ser diagonal, con elementos en orden de magnitud descendente. En estas condiciones, la matriz  $\Sigma$  viene dada por:

$$\Sigma = \mathbf{L}\mathbf{L}' + \mathbf{D} \quad (18)$$

Y la reducida con comunaldades en la diagonal principal:

$$\Sigma^* = \mathbf{L}\mathbf{L}' \quad (19)$$

Por último, si se permiten factores correlacionados, sus correlaciones se presentan en una matriz simétrica no singular  $\mathbf{\Theta}$  de orden  $k$  y (18) tomaría la forma de:

$$\Sigma = \mathbf{L}\mathbf{\Theta}\mathbf{L}' + \mathbf{D} \quad (20)$$

En la práctica, la matriz de correlaciones poblacional  $\Sigma$  es desconocida y ha de reemplazarse por su estimador muestral  $\mathbf{R}$ . Si las correlaciones de  $\mathbf{R}$  son



despreciables, la inferencia es que el análisis factorial no tendría sentido. Para probar la significación estadística de los elementos externos a la diagonal de  $\Sigma$ , Bartlett (1950), propuso el siguiente contraste:

$$\chi^2 = - \{ (N-1) - (2p + 5) / 6 \} \log_e |R| \quad (21)$$

Donde N es el tamaño muestral. Para muestras relativamente grandes,  $\chi^2$  se distribuye aproximadamente como ji cuadrado con  $1/[(p(p-1))]$  grados de libertad.

Los programas comienzan extrayendo un primer factor y eliminando sus efectos de  $\mathbf{R}^*$ . Los coeficientes de correlación parcial que quedan se prueban en cuanto a su significación estadística y si lo son, se procede a la extracción de un segundo factor; sus efectos se eliminan de nuevo y los residuos vuelven a probarse en cuanto a su significación estadística, procediendo si es oportuno a la extracción de un tercer factor y así sucesivamente. El proceso continúa hasta que todas las correlaciones han sido explicadas para un valor de significación aceptable.

#### 1.4. LA ROTACIÓN DE LOS FACTORES

En los procedimientos de análisis factorial, tanto de factores principales como de máxima verosimilitud, el primer factor explica la mayor cantidad de varianza común de las variables, el segundo el máximo de la restante después de eliminar los efectos del primero, etc. En este sentido, los factores están unívocamente determinados. Pero la matriz de saturaciones  $\mathbf{L}$  puede ser post-multiplicada por una matriz ortogonal, dando lugar a una nueva matriz de saturaciones igualmente efectiva para explicar las intercorrelaciones entre las variables. Este hecho permite simplificar el patrón de saturaciones obtenidas, realizando la denominada **rotación de los ejes**, que consiste en un cambio de base de la matriz  $\mathbf{L}$  obtenida. Normalmente esta rotación reduce a 0 o valores próximos muchas de las saturaciones, simplificando la interpretación. Los factorialistas que realizaron sus trabajos en años anteriores a los cincuenta, se veían obligados a realizar las rotaciones por medio de procedimientos subjetivos y gráficos, considerando los factores por pares. Afortunadamente, se han desarrollado en la actualidad procedimientos objetivos y automáticos, que pueden realizarse con el computador y que eliminan la subjetividad de los investigadores. Existen muchos procedimientos objetivos para la rotación de los factores; de éstos, uno de los más comunes, usado también en esta tesis, es el procedimiento **varimax**, desarrollado por Kaiser (1958), que rota los factores de tal modo que las saturaciones tiendan a ser o relativamente grandes o relativamente pequeñas en comparación a las originales. Maximiza las varianzas de las saturaciones al cuadrado sobre los factores.

Este método retiene la ortogonalidad entre los factores. Otros métodos, denominados de rotación oblicua, no mantienen la ortogonalidad entre los factores; en el presente trabajo se utilizó el procedimiento **oblumin**, que minimiza una función del patrón factorial. Estas rotaciones oblicuas dan lugar a factores correlacionados y a dos matrices resultantes: a) *la matriz del patrón factorial*; b) *la matriz estructura factorial*. La matriz estructura refleja las correlaciones de las variables con los factores y recoge los efectos de las intercorrelaciones entre los factores.

## 1.5. EL ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO

### 1.5.1. La lógica del AFC

Existen dos tipos básicos de análisis factorial; el explicado en apartados anteriores puede denominarse *exploratorio*, ya que su interés estriba en determinar el número de factores, los pesos de las variables y normalmente su rotación para facilitar la interpretación. El investigador que utiliza estos procedimientos no especifica las relaciones entre las variables del modelo. Los procedimientos no permiten especificar hipótesis sustantivas susceptibles de comprobación.

En ocasiones, investigadores experimentados en algún campo de investigación pueden intentar probar hipótesis específicas sobre la estructura factorial de un conjunto de variables en una población dada; es decir, pueden avanzar "a priori" alguna hipótesis en cuanto al número de factores, las saturaciones esperadas y el tipo de relaciones entre ellos. Esto puede llevarse a cabo gracias al desarrollo de los métodos de análisis factorial *confirmatorio*. En estos modelos, el investigador impone restricciones sugeridas por la *teoría sustantiva* y que determinarán:

- a) Qué pares de factores comunes estarán correlacionados
- b) Qué variables observadas están afectadas por los factores comunes.
- c) Qué variables observadas están afectadas por un factor único.
- d) Pares de factores únicos correlacionados entre sí.

Pueden realizarse contrastes estadísticos para determinar si los datos muestrales son consistentes o no con las formulaciones del modelo. O, en otras palabras, si confirman o no el modelo especificado. Por este motivo se habla de *modelos factoriales confirmatorios*.

En el AFC, el investigador tiene algún conocimiento de la estructura de la variable latente. Este conocimiento puede estar basado en la teoría, en la investigación empírica previa o en una combinación de ambas. Se debe especificar a priori qué variables saturan en cada dimensión.

El AFC intenta explicar las propiedades estadísticas de las variables observadas en términos de hipotetizadas variables latentes. El problema estadístico primario es el de estimar de forma óptima los parámetros y evaluar la bondad de



ajuste del modelo a los datos muestrales sobre las variables observadas. Si el modelo no se ajusta bien a los datos, se le rechaza como posible candidato a la explicación de las relaciones entre las variables observadas y deben considerarse modelos alternativos.

Los dos tipos de análisis factoriales no son excluyentes, sino complementarios, ya que los análisis confirmatorios normalmente suponen dos estadios separados y secuenciales. El primero, se caracteriza por la exploración de los datos, fundamentalmente para reconocer patrones no aleatorios de la estructura que requieren explicación. El segundo se estructurará a partir de resultados del primero, ya que un análisis de datos confirmatorio solamente es posible después de que el investigador tiene hipótesis bien definidas y puede aplicarse sobre ellas alguna forma de significación estadística. Incluso, las tendencias más recientes abogan por un uso intermedio exploratorio-confirmatorio de los modelos, que sugiere el ajuste de modelos sucesivos hasta lograr un buen ajuste, introduciendo modificaciones en los modelos previos. Esta es la estrategia **AM** propuesta por Jöreskog y Sörbom (1993).

El primer paso es decidir cuántos factores se necesitan para explicar adecuadamente los datos y estimar las saturaciones sobre los factores, que se definen inicialmente de una forma un tanto arbitraria. Un segundo paso consiste en una transformación lineal o rotación de los factores en otros que tengan una interpretación más significativa.

### **1.5.2. La especificación de los modelos**

La especificación de un modelo de análisis factorial confirmatorio requiere establecer proposiciones formales y explícitas acerca de los siguientes aspectos:

- *Número de factores comunes.*
- *Número de variables observadas.*
- *Varianzas y covarianzas entre los factores comunes.*
- *Relaciones entre variables observadas y factores latentes.*
- *Relaciones entre factores únicos y variables observadas.*
- *Varianzas y covarianzas entre los factores únicos.*

Los modelos estadísticos pueden expresarse de dos formas: gráfica y por ecuaciones. Esta última especificación suele además expresarse o en forma de matriz, que es lo usual, o en términos de un sistema de ecuaciones.

#### **1.5.2.1. Los diagramas de los modelos**

En la mayor parte de los modelos para variables latentes, el diagrama gráfico juega un importante papel, puesto que permite al investigador formular el

modelo de interés de una forma clara e intuitiva; también facilita la posterior formulación de las ecuaciones matemáticas. Para la representación gráfica se siguen las siguientes convenciones:

a) Una flecha entre dos variables, en una sola dirección, indica una influencia directa postulada de una variable sobre la otra. Si la flecha es bidireccional y curvada indica que las variables están correlacionadas.

b) Todas las influencias directas de una variable sobre otra deben incluirse en el diagrama. Si no hay un nexo entre dos variables se asume que no están directamente relacionadas.

c) Los valores de los parámetros del modelo se indican en el diagrama, normalmente, con letras griegas.

### 1.5.2.2. Especificación formal

Como en los modelos exploratorios considerados en apartados anteriores, el modelo del análisis factorial confirmatorio intenta explicar la variación y covariación de un conjunto de variables observadas en términos de los factores no observados o variables latentes. Matemáticamente, la relación entre las variables observadas y los factores se expresa como:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Lr} + \delta \quad (21)$$

Donde:

$\mathbf{x}$  es un vector de variables observadas ( $p \times 1$ ).

$\mathbf{L}$  es una matriz ( $p \times k$ ) de pesos en los factores que relacionan las variables observadas a las latentes.

$r$  es un vector ( $k \times 1$ ) de factores comunes.

$\delta$  es un vector ( $p \times 1$ ) de residuos o factores únicos. La ecuación de covarianza es la siguiente:

$$\Sigma = \mathbf{L} \Phi \mathbf{L}' + \Theta \quad (22)$$

Teniendo como supuestos:

- Todas las variables están expresadas en términos de desviaciones de las medias.

-  $p > k$ .

- Los factores comunes y los únicos son estadísticamente independientes y donde  $\Phi$  es la matriz de covarianzas entre los factores comunes y  $\Theta$  es la matriz de varianzas-covarianzas entre los factores únicos.



### 1.5.3. Identificación y estimación

#### 1.5.3.1. El problema de la identificación

El problema de la identificación se refiere a si los parámetros están o no unívocamente determinados. Si el modelo no está identificado sería imposible encontrar una solución única a la ecuación de covarianza para los parámetros en  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{\Theta}$  y  $\mathbf{\Theta}$ , es decir, podríamos encontrar un número infinito de valores para los parámetros, siendo cada uno de los conjuntos consistente con la ecuación de covarianza.

En general, es difícil establecer condiciones suficientes para la unicidad, ya que tanto la posición como el número de los parámetros fijados son importantes. En los casos en los que no hay hipótesis acerca de la estructura factorial, se imponen algunas restricciones arbitrarias para que los parámetros puedan ser identificables, como se ha visto en el caso del modelo del análisis factorial exploratorio.

El modelo confirmatorio estará identificado si se imponen un conjunto de restricciones, de tal modo que haya un conjunto único de parámetros que generen  $\Sigma$  según la ecuación de covarianza. Estas restricciones en los parámetros tienen el mismo efecto que el supuesto de la diagonalización en el análisis exploratorio. Se necesitaría un conjunto de condiciones fácilmente verificables que determinen de forma no ambigua si un modelo está identificado. Estas condiciones son de tres tipos: 1) **necesarias**, tales que si no se satisfacen el modelo no está identificado, pero si lo hacen, no significa que esté identificado; 2) **suficientes**, que implican que el modelo está identificado, pero que si no se satisfacen no implica su no identificación; 3) **necesarias y suficientes**.

La condición más simple es la que relaciona el número de ecuaciones de covarianza independientes al número de parámetros no restringidos. La ecuación general de covarianza (22) tiene  $p(p+1)/2$  ecuaciones independientes, una para cada uno de los elementos distintos de la matriz  $\Sigma$ . Si hay más parámetros a estimar que ecuaciones, no habrá una solución única a la ecuación. En principio, el modelo puede tener como parámetros de  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{\Theta}$  y  $\mathbf{\Theta}$ :

$$pk + [k(k+1)/2] + [p(p+1)/2]$$

Y estará no identificado a menos que se impongan  $pk + [k(k+1)/2]$  restricciones; por lo tanto, una condición necesaria aunque no suficiente es que el número de parámetros a estimar sea menor o igual que  $p(p+1)/2$ . Se han establecido otras condiciones para la identificación (Jöreskog, 1968), pero se ha demostrado que tampoco son suficientes. La forma de probar la identificación es estableciendo las ecuaciones para los parámetros, pero consume demasiado tiempo. Jöreskog y Sörbom (1981, 1989) señalan que si **la matriz de información es definida positiva**, el modelo

está identificado, aunque tampoco es una condición suficiente. La naturaleza del trabajo impide una mayor profundización en estos aspectos; para una exposición más completa puede consultarse Bollen (1989), o en castellano, Martínez Arias (1995). Por otra parte, un modelo no puede estar identificado hasta que no se haya establecido la métrica de los factores comunes. En general, si las varianzas de los factores comunes se fijan (los elementos de la diagonal de  $\Theta$ ) o una saturación sobre cada uno de los factores comunes, se elimina la indeterminación de la escala.

### 1.5.3.2. *La estimación de los parámetros en el modelo del análisis factorial confirmatorio*

A partir de las observaciones muestrales, podemos calcular la matriz de covarianza muestral  $\mathbf{S}$  y a partir de ella, obtener estimadores de  $\mathbf{L}$  y  $\Theta$  que satisfagan la restricción:

$$\mathbf{L}'\Theta\mathbf{L} = \text{diagonal}$$

Para que la ecuación:

$$\mathbf{S} = \mathbf{L}\mathbf{L}' + \Theta$$

Se satisfaga, al menos aproximadamente.

Las estimaciones de estos parámetros se obtienen minimizando alguna función de la discrepancia entre  $\mathbf{S}$  y  $\Sigma(\Theta)$ , donde  $\mathbf{S}$  es la matriz de covarianza muestral obtenida de una muestra de  $N$  observaciones sobre las  $p$  variables manifiestas,  $\Sigma(\Theta)$  es la matriz de covarianza implicada por el modelo.

Existen varias funciones de discrepancia que indican la magnitud de las diferencias entre los elementos de  $\mathbf{S}$  y los de  $\Sigma(\Theta)$ , siendo las más comunes las tres siguientes:

1) Mínimos cuadrados ordinarios

$$\mathbf{F}(\mathbf{S}, \Sigma(\Theta)) = \sum_{i < j} \sum (\mathbf{s}_{ij} - \sigma_{ij}(\Theta))^2 \quad (23)$$

2) Mínimos cuadrados generalizados

$$\mathbf{F}(\mathbf{S}, \Sigma(\Theta)) = 1/2 \text{tr} [(\mathbf{S} - \Sigma(\Theta))\mathbf{S}^{-1}] \quad (24)$$

3) Máxima verosimilitud (bajo supuesto de normalidad)

$$\mathbf{F}(\mathbf{S}, \Sigma(\Theta)) = \log_e |\Sigma(\Theta)| - \log_e |\mathbf{S}| + \text{tr} [\mathbf{S}\Sigma(\Theta)^{-1}] - p \quad (25)$$



El criterio de mínimos cuadrados ordinarios, que es intuitivamente claro, tiene problemas. En primer lugar, no es independiente de la escala de medida de las variables manifiestas, y, en consecuencia, podemos obtener diferentes estimaciones según se use la matriz de covarianza o la de correlaciones. En segundo lugar, puesto que los elementos de  $\mathbf{S}$  generalmente están correlacionados y tienen varianzas desiguales, una simple medida de la diferencia entre los parámetros de las dos matrices puede resultar inadecuada. Estas consideraciones llevan a la preferencia por el criterio de mínimos cuadrados generalizados, en la que las desviaciones están medidas en la métrica  $\mathbf{S}$ .

El tercer criterio surge de una transformación simple del logaritmo de la verosimilitud de las observaciones, bajo el supuesto de que éstas tienen una distribución normal multivariante, de modo que  $\mathbf{S}$  tiene una distribución de Wishart.

Browne (1982), demostró que si  $\Theta$  está identificada, todos los estimadores encontrados minimizando las anteriores funciones de discrepancia son consistentes.

Si asumimos que las observaciones surgen de una distribución normal multivariante, para GMS y ML,  $[(n-1)\min F(\mathbf{S}, \Sigma(\Theta))]$ , puede usarse como una prueba de ajuste del modelo, ya que este criterio tiene asintóticamente una distribución chi-cuadrado con grados de libertad dados por:

$$g.l. = 1/2 p(p + 1) - t \quad (26)$$

Donde  $t$  es el número de parámetros a estimar.

Los procedimientos de estimación de parámetros son complejos y requieren procesos de cálculo iterativos para minimizar la función de ajuste. Requieren unos estimadores iniciales de los parámetros que son calculados por los programas o facilitados por el usuario.

### 1.5.5. Ajuste de los datos al modelo especificado

Una vez encontrados los estimadores MV de  $\mathbf{L}$  y  $\mathbf{O}$  y ha sido minimizada la función  $F$ , es posible probar la hipótesis de que el modelo de  $k$  factores explica satisfactoriamente las covarianzas de las variables observadas, es decir, probar la hipótesis de que la matriz es la dada por el modelo:

$$\Sigma = \mathbf{L}\mathbf{L}' + \mathbf{D}$$

Frente a la hipótesis alternativa de que  $\Sigma$  es cualquier matriz de covarianza. A medida que sea mayor la discrepancia entre  $\Sigma$  y  $\mathbf{S}$ , mayor será el valor de  $j$  cuadrado.

El estadístico razón de verosimilitud se obtiene como:

$$(n-1) \min F(S, \Sigma(L, D)) \quad (27)$$

Y se distribuye como una variable ji cuadrado con grados de libertad dados por (26).

El programa LISREL utilizado en este trabajo, proporciona cuatro índices de ajuste del modelo completo:

- Ji cuadrado con sus g.l. y probabilidad.
- Índice de bondad de ajuste GFI.
- Índice de bondad de ajuste ajustado AGFI.
- Media cuadrática residual RMR.

En el estudio 3 se utilizó el programa LISREL 8 (Jöreskog y Sörbom, 1983), que presenta otros muchos índices.

El estadístico ji cuadrado puede derivarse teóricamente bajo los supuestos necesarios para la estimación de MV y GMS; no obstante, Bentler y Bonett (1980) y Jöreskog y Sörbom (1989) sugieren que las aplicaciones de este estadístico como prueba del modelo raramente están justificadas en la práctica, ya que para aplicarlo debemos asumir que:

- 1) Las variables observadas están normalmente distribuidas.
- 2) Los análisis están basados en la matriz de covarianzas y no en la de correlaciones.
- 3) El tamaño muestral es grande, para justificar las propiedades asintóticas del estadístico.

Normalmente se violan algunos de estos supuestos al llevar a cabo un AFC y el estadístico no es robusto en estas condiciones. Otro problema es su gran sensibilidad al tamaño muestral.

El GFI expresa la cantidad relativa de varianza y covarianza conjuntamente explicada por el modelo. AGFI difiere del anterior en que está ajustado por el número de grados de libertad del modelo. Ambos índices van de 0 a 1, indicando valores próximos a 1 un buen ajuste.

Aunque Jöreskog y Sörbom (1989) señalan que GFI y AGFI, a diferencia de chi-cuadrado, son independientes del tamaño muestral y robustos frente a desviaciones de la multinormalidad, otros autores no están de acuerdo (Marsh *et al.*, 1988).

El RMR indica la discrepancia promedio entre los elementos de la muestra y las matrices de covarianza hipotetizadas; sus valores van de 0 a 1. Dado un buen ajuste, RMR será pequeño; en general deberá ser menor que .05 (Byrne, 1989).

Se han propuesto además otros índices alternativos de ajuste, denominados **subjetivos**, por no conocerse bien sus propiedades estadísticas. Entre los más comunes se encuentran la **razón chi-cuadrado/g.l.** y el **índice normado (NFI)** de (Bentler y Bonnett (1980), Bentler(1990)).

Para la razón ji cuadrado/g.l. se han propuesto una diversidad de valores aceptables que van desde <1.5 para un tamaño muestral de n=1000, (Muthén,



citado en Byrne, 1989); < 3.000 (Carmines y McIver, 1981), hasta < 5.00 (Wheaton *et al.*, 1977).

Byrne (1989) señala que como regla de acción, una razón > 2.00 representará un ajuste inadecuado.

El rango del índice NFI se encuentra entre 0 y 1 y se obtiene de la comparación de los estadísticos  $\chi^2$  cuadrado de dos modelos, normalmente el modelo nulo (la matriz sin restricciones) y el modelo ajustado:

$$\text{NFI} = (\mathbf{F}_0 - \mathbf{F}_1) / \mathbf{F}_0 \quad (28)$$

Donde los F representan en la fórmula los valores de los  $\chi^2$  cuadrado de los correspondientes modelos.

En el presente trabajo se evaluará el modelo por medio de los cinco primeros índices, no se utilizará el BIB, ya que se ha trabajado con el programa LISREL (Jöreskog y Sörbom, 1989) y no con el EQS (Bentler, 1989), que es el que permite la obtención de este índice.

Dado que las variables  $\chi^2$ -cuadrado son aditivas, los estadísticos  $\chi^2$ -cuadrado tienen una utilidad adicional para la prueba de hipótesis. Dados dos modelos de análisis factorial **anidados**, puede evaluarse la significación estadística de la mejora en el ajuste producida por la inclusión de un nuevo parámetro. Esto se hace con la fórmula:

$$[(\chi^2 \text{ del modelo 1}) - (\chi^2 \text{ del modelo 2})] / (gl \text{ 1} - gl \text{ 2}) \quad (29)$$

Donde el Modelo 1 es el que incluye menos parámetros y el modelo 2 el que incluye más, con la condición de que todos los parámetros de M1 estén incluidos en M2.

Los índices expuestos son los más utilizados; una explicación de otros índices propuestos y recogidos en LISREL 8 puede encontrarse en el Apéndice del final de este capítulo.

Todos los índices anteriores representan indicadores del ajuste global del modelo, no de sus parámetros individuales. No obstante, pueden obtenerse también varios índices que pueden asistir al investigador en la evaluación de los parámetros que pueden contribuir al mal ajuste del modelo especificado.

La aproximación dada por estos índices es exclusivamente estadística y debe considerarse conjuntamente con la significación sustantiva del modelo. Describimos a continuación los más importantes:

### 1) Valores T

Una de las primeras aproximaciones será examinar la significación estadística de cada parámetro. Los parámetros no significativos pueden considerarse poco



importantes y posteriormente fijarlos en 0.00. La significación estadística puede determinarse examinando los *t*-values, que se obtienen dividiendo el valor del estimador del parámetro entre su error típico y siguen una distribución **t de Student** con los grados de libertad del modelo. Generalmente, los valores mayores que 2.00 suelen ser estadísticamente significativos.

## 2) Residuos y residuos estandarizados.

El programa LISREL proporciona información sobre los residuos del ajuste de cada parámetro, es decir, la discrepancia entre los valores de éstos en la matriz de covarianza o de correlación muestral y los de la hipotetizada en el modelo. Estas covarianzas residuales se presentan en su métrica real y en forma estandarizada; éstos últimos se denominan residuos normalizados, son los más fáciles de interpretar puesto que pueden considerarse análogos a las puntuaciones *Z* estandarizadas.

Representan estimaciones del número de desviaciones típicas que los residuos observados se alejan de 0.00 bajo el supuesto de que el modelo se ajusta perfectamente. Los valores mayores que 2.58 suelen indicar una mala especificación del modelo (Jöreskog y Sörbom, 1989). A veces se argumenta que el examen de estas desviaciones puede ayudar a mejorar el ajuste del modelo. No obstante, esto no es necesariamente cierto, ya que los residuos son para parámetros individuales y los métodos de estimación son técnicas de información completa.

Además LISREL proporciona el **Q-PLOT**, que representa gráficamente los residuos estandarizados. Los residuos que siguen la línea de puntos diagonal, en un ángulo de 45 grados, son indicativos de un buen ajuste del modelo. Los que se desvían ampliamente de la línea de 45 grados de forma no lineal, indican una mala especificación. Jöreskog y Sörbom (1989), señalan que éstos pueden deberse a la no normalidad de las variables del modelo.

Un procedimiento de diagnóstico del modelo más adecuado es el que se basa en las derivadas parciales de la función de ajuste con respecto a cada uno de los parámetros fijados del modelo. Estas derivadas parciales indican la tasa de cambio que se produciría en la función con una liberación del parámetro. El problema es que *no existen cotas máximas y mínimas para evaluar el cambio*. Jöreskog y Sörbom (1981, 1989), proponen el **índice de modificación**, que es igual al decrecimiento esperado en *ji* cuadrado si se libera el parámetro. El procedimiento de mejora de modelos liberando estos parámetros debe ser secuencial, es decir, ir liberando un parámetro cada vez. El procedimiento continuará relajando parámetros mientras se sigan produciendo mejoras sustanciales en el ajuste.

### 1.5.5. Las soluciones en los modelos de análisis factorial confirmatorio

El programa LISREL encuentra las soluciones para los parámetros especificados en los modelos: matrices **lambda, phi y theta-delta**. Estas soluciones se presentan en forma no estandarizada y estandarizada, si así es requerido por el analista. En el caso del análisis factorial es usual obtener la solución estandarizada, al menos en los factores (matriz phi). Cuando las variables están estandarizadas, así como los factores, la matriz **Lambda** representa la **matriz del patrón factorial** y el producto **L $\Phi$**  (lambda x phi) representa la **matriz estructura factorial**. Es importante hacer notar que los elementos de **Lambda** no son correlaciones, sino **coeficientes de regresión** de las variables sobre los factores, pudiendo exceder su valor de 1, incluso en casos de estandarización completa. Los elementos de la estructura factorial son las **covarianzas** entre las variables y los factores, siendo **correlaciones** de las variables con los factores en el caso de estandarización completa.

Por último, suelen obtenerse las denominadas **regresiones de las puntuaciones factoriales**, que representan la regresión bivalente estimada del factor sobre cada una de las variables observadas y se obtienen mediante la fórmula:

$$\mathbf{A} = \mathbf{\Phi} \mathbf{L}' \mathbf{\Sigma}^{-1} \quad (30)$$



## APÉNDICE.-MEDIDAS GLOBALES DE AJUSTE DE LOS MODELOS FACTORIALES CONFIRMATORIOS.

Los coeficientes estimados y el grado de asociación entre las matrices estimada por el modelo y muestral requieren un fino examen. Este problema que, en definitiva, se refiere al grado de ajuste entre el modelo teórico propuesto y el empírico, ha sido objeto de numerosos trabajos, tanto de naturaleza teórica como empírica (Bentler, 1990; Bentler y Bonnett, 1980; Bollen, 1989; Jöreskog y Sörbom, 1993; McDonald, 1989; McDonald y Marsh, 1990; Tanaka y Huba, 1989; Tanaka, 1993). A pesar de la gran cantidad de índices propuestos por los diversos autores, no existe acuerdo acerca de cuál es el mejor índice de ajuste, ni siquiera acerca de lo que representa un buen ajuste. Una revisión teórica reciente sobre los principales índices de ajuste puede encontrarse en Bollen y Scott-Long (1993).

Para facilitar la lectura de los resultados encontrados en esta investigación, en términos de la bondad de ajuste de los modelos propuestos, se presenta a continuación un resumen con las principales medidas globales de bondad de ajuste propuestas en la literatura sobre el tema. La hipótesis general de la estructura de covarianza, que se establece como hipótesis nula en la prueba de modelos es que:

$$\Sigma = \Sigma(\theta)$$

representando el término el de la izquierda la matriz de varianzas-covarianzas empírica poblacional y el de la derecha la matriz dada por los parámetros del modelo teórico ajustado. Las medidas globales de bondad de ajuste ponen a prueba la mencionada hipótesis.

Como los parámetros poblacionales son desconocidos, igual que la matriz de covarianzas poblacional, se examina la matriz de varianzas-covarianzas muestral, **S** y una matriz de covarianzas definida por los parámetros estimados del modelo, al minimizar alguna de las funciones de ajuste antes expuestas, poniendo a prueba la hipótesis:

$$\mathbf{S} = \Sigma(\theta)$$

Todas las medidas de ajuste global son funciones de las dos matrices expresadas en la hipótesis y evalúan la proximidad entre ambas, aunque ésta puede medirse de diversas formas. La principal ventaja de las medidas globales es que evalúan el modelo completo y pueden indicar desajustes no revelados por los contrastes para los parámetros individuales. Únicamente pueden aplicarse a modelos sobreidentificados y los resultados que proporcionan pueden diferir de los obtenidos mediante el examen de los componentes del modelo; es decir, el ajuste global puede ser bueno, pero las estimaciones de algunos de los pará-



metros individuales pueden no ser estadísticamente significativas, o tener signo opuesto al especificado en el modelo.

Las primeras pruebas propuestas de bondad de ajuste global seguían la aproximación clásica a la prueba de hipótesis nula (la que establece la igualdad entre las matrices), evaluando que el modelo ajustado es consistente con los datos. Se calcula un estadístico chi-cuadrado, que se distribuye asintóticamente según la distribución chi-cuadrado, bajo ciertas condiciones. Muy pronto diferentes autores mostraron su insatisfacción con esta estrategia que, como veremos, tiene muchos inconvenientes, siendo tal vez el más obvio su sensibilidad a los tamaños muestrales.

Una segunda estrategia, iniciada por Bentler y Bonnett (1980) en un clásico artículo, defiende la comparación de los resultados con relación a un hipotético modelo de **línea de base**, normalmente el **modelo nulo** (que establece que no existen factores comunes).

Dada la sensibilidad de los diferentes índices al número de parámetros estimados, o en otras palabras, al número de grados de libertad disponibles para evaluar el ajuste, algunos autores insisten en una tercera estrategia basada en la **parsimonia** (Mulaik, 1990).

Desde estas diferentes aproximaciones, en los años ochenta y noventa fueron propuestos numerosos índices que, aunque coincidentes muchos de ellos en líneas generales, también pueden dar lugar a ciertas discrepancias. A continuación se presentan los más utilizados y que forman parte de los resultados de los principales programas utilizados en el análisis de los modelos confirmatorios; no obstante, antes de describir estos índices es preciso establecer ciertas pautas bajo las que pueden diferir, para proporcionar al lector una guía para la selección e interpretación de los índices. Para ello seguimos la clasificación expuesta por Tanaka (1993), que define seis dimensiones en las que los índices pueden variar. En la tabla A.1 se presentan las definiciones de dichas dimensiones.

A continuación se presentan los índices utilizados con más frecuencia, que varían en cuanto a las dimensiones señaladas. No se presentan los referidos a la dimensión 5, raramente utilizados. Además se presentan otros indicadores de la bondad del ajuste como los residuos y la correlación múltiple al cuadrado.

### a. Los residuos.

Cuando la hipótesis nula antes expresada es cierta, la matriz de covarianzas residual.

$$S - \Sigma(\hat{\theta}) = 0$$

Los elementos de la matriz son:

$$(s_{ij} - \hat{\sigma}_{ij})$$

**Tabla A.1. Dimensiones de variación de los índices de ajuste global**

Dimensión	Definición
(1) Basados en la población vs. basados en la muestra.	Los basados en la población describen parámetros poblacionales conocidos; los basados en la muestra describen el ajuste del modelo a los datos muestrales.
(2) Simplicidad vs complejidad de los modelos.	Los índices que favorecen los modelos simples penalizan los modelos con muchos parámetros; los que no emplean estas correcciones no penalizan los modelos complejos.
(3) Normados vs no normados.	Los índices normados están acotados en el intervalo [0,1]; los no normados no están necesariamente dentro de este rango.
(4) Absolutos vs relativos.	Los índices relativos se definen con respecto a algún modelo línea de base, que se utiliza en las comparaciones; los absolutos no emplean estos elementos de comparación.
(5) Inespecíficos vs específicos del método de estimación.	Los inespecíficos pueden aplicarse a resultados obtenidos con cualquier método de estimación; los específicos están limitados al método para el que fueron propuestos.
(6) Independientes del tamaño de la muestra vs dependientes.	Los independientes del tamaño de la muestra no se ven afectados por el tamaño muestral, mientras que los dependientes sí lo están.

Jöreskog y Sörbom (1989,1993) proponen un estadístico resumen para la evaluación de la bondad de ajuste del modelo:

$$\text{RMR} = \{2\sum\sum [(s_{ij} - \sigma_{ij})^2] / [p(p+1)]\}^{1/2}$$

El programa LISREL representa gráficamente los residuos estandarizados basados en las matrices de correlaciones (Q-plot de los residuos estandarizados). El alejamiento de la diagonal principal indica un mal ajuste del modelo.

### **b. Test ji cuadrado.**

Este estadístico pone a prueba la hipótesis nula general para estimadores basados en ML y GLS. También puede considerarse un contraste simultáneo de



que todos los residuos son 0. Mediante  $F_{ML}$  y  $F_{GLS}$  para máxima verosimilitud y mínimos cuadrados generalizados, respectivamente, pueden calcularse estadísticos chi-cuadrado para poner a prueba la hipótesis nula global:

$$\begin{aligned} X^2_{GLS} &= (N - 1) F_{GLS} \\ X^2_{ML} &= (N - 1) F_{ML} \end{aligned}$$

Ambos estadísticos se distribuyen asintóticamente como chi-cuadrado con los siguientes grados de libertad:

$$gl = p(p + 1) / 2 - t$$

donde  $t$  es el número de parámetros estimados en el modelo ajustado y  $p(p+1)/2$  es el número de ecuaciones independientes que se pueden establecer a partir de las varianzas y covarianzas observadas. Si la probabilidad es mayor que el nivel de significación fijado, se rechaza la hipótesis nula de ajuste global del modelo a los datos. Cuando sucede ésto, se supone que el modelo no es adecuado. No obstante, el uso del estadístico chi-cuadrado debe tomarse con cautela, ya que además de ser extraordinariamente sensible al tamaño muestral, tiene fuertes supuestos: a) que las variables observadas no muestran curtosis, b) que se analizan matrices de covarianzas, c) que la muestra es grande y d) que la hipótesis nula es cierta.

### c. Otras medidas de ajuste global directas.

Para evitar la gran dependencia de chi-cuadrado de  $N$ , Jöreskog y Sörbom (1989) propusieron los índices GFI y AGFI, cuyos cálculos no están afectados por el tamaño muestral. Existen índices para los diversos procedimientos de estimación (ML, GLS y ULS), y a continuación se presentan los propuestos para la estimación por ML.

$$\begin{aligned} GFI &= 1 - tr[(\Sigma^{-1} S - I)^2] / tr[(\Sigma^{-1} S)^2] \\ AGFI &= 1 - [(p(p + 1) / 2gl) [1 - GFI]] \end{aligned}$$

GFI mide la cantidad relativa de las varianzas y covarianzas en  $S$  explicada por la matriz ajustada con los parámetros del modelo. AGFI es un ajuste o corrección de GFI por los grados de libertad, con relación al número de variables. AGFI penaliza los modelos con muchos parámetros, por eso se le considera a la vez como índice de ajuste y de parsimonia. Ambos índices alcanzan el valor máximo de 1 cuando la matriz empírica y la ajustada coinciden.

Se han propuesto otros índices basados en chi-cuadrado, que corrigen en parte los efectos del tamaño muestral. Hoelter (1983) propone el índice CN o N



crítico, que proporciona el tamaño muestral en el que la  $F$  o función ajuste llevaría al rechazo de la hipótesis nula:

$$CN = (X^2 \text{ crítico}) / (F) + 1$$

donde el  $\chi^2$  cuadrado crítico es el valor crítico de la distribución,  $\chi^2$  cuadrado con grados de libertad iguales a los del modelo y un nivel de significación  $\alpha$  fijado (normalmente .05).  $F$  es el valor de la función ajuste.

Otra medida de ajuste que goza de mucha popularidad en las aplicaciones es:

$\chi^2$  cuadrado / gl

Su justificación parece venir de que el valor esperado de la distribución  $\chi^2$  cuadrado son sus grados de libertad. Así, la medida propuesta estima cuántas veces es mayor el valor obtenido que el valor medio esperado cuando  $(N-1) F$  se aproxima como una variable  $\chi^2$  cuadrado. No existe acuerdo en cuanto a lo que representa un buen ajuste con este índice, proponiéndose valores que van desde 2 o menos, hasta valores superiores a 5.

#### **d. Índices de ajuste incremental.**

Bentler y Bonett (1980) propusieron el índice de ajuste normado NFI:

$$NFI = (F_b - F_m) / F_b = (X_b^2 - X_m^2) / X_b^2$$

donde  $F_b$  es la función ajuste del modelo línea de base y  $F_m$  es la del modelo ajustado. El modelo línea de base es el modelo más simple y restrictivo que quepa aplicarle a los datos; en el análisis factorial suele ser que no hay factores subyacentes a las variables observadas y que las covarianzas son 0 en la población.

El NFI presenta el problema de que no controla los grados de libertad y el valor de  $F_m$  puede reducirse añadiendo más parámetros al modelo. Una modificación del índice para evitar dicho problema es NNFI que es un índice no normado:

$$NNFI = [(X_b^2 / gl_b) - (X_m^2 / gl_m)] / [(X_b^2 / gl_b) - 1]$$

Bollen (1989) propuso otros índices de ajuste comparativo o incremental, en la misma línea que los anteriores: RFI o índice de ajuste relativo y el IFI o índice de ajuste incremental.

$$RFI = [(X_b^2 / gl_b) - (X_m^2 / gl_m)] / (X_b^2 / gl_b)$$

$$IFI = (X_b^2 - X_m^2) / (X_b^2 - gl_m)$$

Otros índices basados en la *simplicidad o parsimonia* del modelo y que penalizan el número de parámetros, se utilizan menos en la práctica. El lector interesado puede encontrarlos en Mulaik *et al.* (1989).

## LA ESTRUCTURA DE LA INTELIGENCIA Y DE LAS APTITUDES

### 2.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la inteligencia desde el punto de vista del conocimiento de su estructura diferencial es una de las formas fundamentales, aunque no la única, de abordar su estudio. Como señala Yela *"los rasgos diferenciales del individuo constituyen una categoría de variables psicológicas absolutamente imprescindibles en el estudio de la conducta. La estructura diferencial de la conducta es la estructura general de la misma en tanto que sistemáticamente individualizada"* (Yela, 1987).

Desde esta perspectiva, la estructura diferencial de la inteligencia estaría formada por un conjunto de rasgos o aptitudes. En el estudio diferencial, en el que se tienen en cuenta las diferencias entre los individuos, las técnicas de covariación empírica en las que las variables pueden considerarse interdependientes son las más adecuadas.

De forma más concreta, los puntos fundamentales en el método para el estudio de la estructura diferencial de la inteligencia requieren como mínimo:

- 1) la observación y medida, lo más rigurosa posible, de las diferencias individuales del comportamiento inteligente en situaciones tipificadas que, para abreviar, llamamos tests,
- 2) el cálculo de la covariación entre los comportamientos en los tests,
- 3) la identificación de las dimensiones en que los comportamientos sistemáticamente covarían" (Yela, 1987).

### 2.2. LOS MODELOS FACTORIALES DE LA ESTRUCTURA DE LA INTELIGENCIA

Resulta sorprendente que el estudio sistemático de las aptitudes no se abordase hasta la segunda mitad del siglo XIX, probablemente debido en parte a la



ausencia de métodos estadísticos, necesarios para la construcción de los tests de aptitudes y el estudio de sus propiedades. Particularmente importante en el estudio de las diferencias individuales fue Galton (1822-1911), al que ya hemos citado en el apartado destinado al desarrollo de los métodos factoriales. Galton acuñó el término *test mental* y realizó considerables esfuerzos para medir numerosos atributos humanos. Galton tuvo como colaborador a Karl Pearson (1857-1936), que desarrolló un gran número de métodos estadísticos para el análisis de las diferencias individuales. Entre otros, desarrolló el coeficiente de correlación *producto-momento*, las correlaciones múltiple y parcial y las bases del análisis factorial y otros procedimientos de análisis multivariante, como ya se ha visto anteriormente.

Otro importante discípulo de Galton fue Charles Spearman (1863-1945), interesado en la naturaleza de las aptitudes y en el desarrollo de modelos matemáticos para su estudio. Basándose sobre todo en las ideas precursoras de Galton y Pearson, se planteó la hipótesis de la existencia de una o múltiples inteligencias (Spearman, 1904, 1927).

A partir de datos empíricos, en la línea establecida por Galton y con un tratamiento estadístico basado en las ideas de éste y en los desarrollos de Pearson, avanzó la hipótesis de que las actividades cognitivas y las diferencias individuales en éstas podían explicarse por dos factores:

- *Un factor general o "g".*
- *Un factor específico "s" requerido por cada test.*

Esta hipótesis debería reflejarse en las correlaciones entre puntuaciones de distintos tests, que deberán ser positivas por la existencia de dicho factor general, pero no perfectas, por la presencia de los factores específicos. Además, según Spearman, las matrices de correlaciones entre tests cognitivos deben tener las columnas proporcionales entre sí. Spearman examinó la actividad que demandan los distintos tests según el peso que cada uno tiene en este factor general, concluyendo que se caracteriza por abstracción y establecimiento de relaciones.

La teoría unifactorial de Spearman pronto fue contestada por Thomson, que propone como alternativa su *Teoría muestral* (1919, 1939), según la cual las predicciones de Spearman pueden explicarse sin acudir a la idea de factores. Según Thomson, la inteligencia estaría constituida por una población de elementos muy numerosos, distintos e independientes. Una manifestación inteligente en un sujeto sería una muestra aleatoria de dicha población y la correlación entre dos tests sería función del número de elementos comunes a las dos muestras.

Más tarde se mostró la insuficiencia de ambas teorías. Al eliminar de las correlaciones el factor general, siguen manteniéndose residuos significativos en las matrices de correlaciones y queda algo común a algunos núcleos de pruebas, aunque no a otras. Se admite entonces la idea de los **factores de grupo**,



que se caracterizan por ser comunes a algunos tipos de tests, de ahí su denominación. Se aceptan dos de éstos factores, *el factor verbal y el factor viso-espacial* (Brown y Stephenson, 1933; El Koussy, 1935).

Burt (1941), inicia los denominados **modelos jerárquicos**, según los cuales la inteligencia estaría formada por una **jerarquía de factores**, con diferentes niveles de amplitud y en cuyos extremos se encontrarían el factor general y los factores específicos.

El factor *v:ed* del modelo jerárquico de Vernon está dominado por verbal, facilidad numérica, atención y fluidez, que a su vez se componen de factores más específicos.

### 2.3. LOS MODELOS MULTIFACTORIALES AMERICANOS

Los psicólogos americanos pronto recogieron las ideas de Spearman, especialmente en lo referente a los métodos de análisis de las aptitudes y, durante los años veinte y treinta, se dedicaron con un gran ímpetu al desarrollo de los métodos de análisis factorial, iniciados por Spearman.

Kelley (1928), puede considerarse el precursor de los modelos multifactoriales; criticó la teoría de Spearman y estableció la existencia de varios factores: verbal, espacial, razonamiento, memoria sin sentido y rapidez.

Pero los nombres más destacables son los de L.L. Thurstone y K.J. Holzinger, por sus desarrollos metodológicos ambos y por sus contribuciones sustantivas el primero. L.L. Thurstone puede considerarse realmente como el "padre" de los modelos multifactoriales. Esta escuela, hasta años recientes, se caracterizaba por un empirismo exacerbado y escasa teorización sustantiva; tenía gran elegancia técnica en la medida de las aptitudes humanas y en el análisis matemático de las correlaciones entre ellas.

Posteriormente, este empirismo llevó a una producción tan exagerada de factores que llevó hasta un punto de gran confusión, como recogeremos en las conclusiones. El Psychometric Laboratory de Thurstone en Chicago fue durante muchos años el centro del mundo en lo que se refiere al estudio de las aptitudes humanas y muchas de las figuras importantes hoy en el campo de la psicometría estudiaron en él. Según Thurstone, cada actividad cognitiva es función de un número de factores comunes a dicha actividad y a otras, y de un factor específico. Su empirismo le lleva a decir que el número de factores lo deben decidir los datos empíricos. Thurstone se preguntaba cuántos y qué tipos de factores eran necesarios para explicar estas correlaciones. Para responder a estas cuestiones, mejoró los métodos existentes de análisis factorial y llevó a cabo aplicaciones de tests en gran escala. Antes de los estudios de Thurstone, la mayor parte de los trabajos se habían basado en números reducidos de tests, -entre 6 y 20-, con un número de sujetos demasiado pequeño para obtener resultados esta-

bles. Aplicó 60 tests contruidos "ad hoc" a una muestra de más de 1100 escolares. Los resultados de estos y otros estudios le llevaron a admitir las denominadas *Aptitudes mentales primarias*, (Thurstone, 1938) y que son las siguientes:

- *Comprensión Verbal, V.*
- *Fluidez Verbal, W.*
- *Númérico, N.*
- *Memoria, M.*
- *Inducción o Razonamiento, R.*

Otros factores que no emergieron con la misma fuerza en los distintos estudios, pero que también formaron parte es estas aptitudes fueron los factores *Perceptivo (P)*, *caracterizado por la clausura perceptiva*, y *Deductivo (D)*, que aparece sobre todo con tests de razonamiento silogístico.

En investigaciones posteriores (Thurstone, 1944, 1947; Yela, 1949), utilizando muestras más variadas y permitiendo la rotación oblicua, aparece una estructura jerárquica de factores múltiples, complejos e interdependientes. Los factores de cada nivel se subdividen en otros más abundantes y menos amplios hasta llegar a los de nivel específico más bajo. Los factores son interdependientes y definen áreas de covariación de nivel superior, más amplias y menos numerosas. Los llamados por Thurstone factores primarios representarían amplias zonas de la inteligencia, destacando los de razonamiento, memoria, numérico, verbal, espacial, perceptivo y psicomotriz (Yela, 1963).

Estos se subdividen en varios niveles de múltiples factores y cada uno se relaciona en distinto grado con los demás, para definir factores más amplios, teniendo especial importancia el verbal y el espacial; y todos covarían y convergen hacia un factor general (Yela, 1949, 1963; Royce, 1973; Ekstrom et al. 1979).

Después del trabajo monumental de Thurstone, muchos psicólogos continuaron con esta tarea. Se desarrollaron numerosos tests para tipos específicos de aptitudes, se perfeccionaron los métodos de Thurstone basados en el cálculo con matrices y esto, unido al uso creciente de los ordenadores, que facilitaba la aplicación de las técnicas, llevó a la proliferación exagerada de factores. French (1951), habla de la existencia de 40 factores de aptitud. Desde entonces, el número de factores del intelecto continuó creciendo, pudiendo decir ahora que supera el centenar (French et al., 1963; Ekstrom et al., 1979; Recarte, 1981). Los factores han resultado ser casi tan abundantes como antes eran los tests (Yela, 1991).

En esta búsqueda de los factores, poco a poco se fue haciendo aparente que hay un gran número de formas o artefactos metodológicos, con los que podemos forzar su aparición. Una forma simple de hacerlo es componer varios tests que sean muy similares en operaciones y materiales; no es extraño, pues, que hayan cundido las críticas al sistema. Por otra parte, el uso casi único de métodos factoriales exploratorios impide falsar los modelos, tanto en cuanto al número como a la naturaleza de los factores y ello hace que prácticamente todos sean compatibles con los datos.



A pesar del caos existente en cuanto al número de factores, algunos autores intentaron conceptualizarlos y desarrollar sistemas. Tal vez el sistema más completo sea el **SOI** de Guilford (Guilford, 1967, 1973; Guilford y Hoepfner, 1971), desarrollado durante un período de más de veinte años. Este esquema suele conocerse como la **Estructura del Intelecto**.

Básicamente, el modelo SOI fue un intento de clasificar los múltiples factores que habían sido identificados. Guilford lo denominó un modelo morfológico o taxonómico, más que jerárquico. Según este modelo los tests pueden distinguirse entre sí por ciertas características fundamentales: 1) *las operaciones que demandan* 2) *el contenido sobre el que las operaciones versan* y 3) *el producto o resultado que se pide*. Puesto que en cada una de ellas pueden considerarse distintas variaciones, tenemos como resultado 120 tipos de tests que reclaman, en principio, otros tantos factores. La escuela de Guilford ha tratado de verificarlos empíricamente mediante el análisis con rotación ortogonal guiada por cada hipótesis.

La estructura diferencial de la inteligencia estaría formada, desde este punto de vista, por numerosos factores comunes, independientes y situados en un mismo nivel de generalidad.

A continuación se enumeran las categorías del modelo de Guilford.

#### OPERACIONES

Evaluación  
Producción convergente  
Producción divergente  
Memoria  
Cognición

#### PRODUCTOS

Unidades  
Clases  
Relaciones  
Sistemas  
Transformaciones  
Implicaciones

#### CONTENIDOS

Figurativo  
Simbólico  
Semántico  
Conductual

La posición de Guilford es bastante distinta de las de los anteriores pero, si consideramos el tipo de muestras utilizadas, que eran bastante homogéneas, puede explicarse que el influjo de factores generales o amplios se atenúe considerablemente y posibilite las correlaciones nulas o casi nulas entre pruebas de sectores muy alejados; si además tenemos en cuenta el tipo de rotación a que se someten los datos, los resultados no son sorprendentes. Cuando los datos de Guilford son analizados utilizando muestras más heterogéneas y rotación oblicua, los resultados son comparables a los obtenidos por Thurstone: *jerarquía oblicua de factores* (Horn y Knapp, 1973, 1974; Eysenck, 1973).



Carroll (1972), cuestionó la validez lógica y presentó varios estudios empíricos en los que no se mantenía la clasificación de Guilford. Críticas similares y aún más fuertes fueron presentadas por Eysenck (1967) y Vernon (1961). Algunos investigadores han encontrado soporte parcial al modelo de Guilford (Kelderman, Mellenbergh y Elshout, 1981), pero en general y como un todo, la comunidad psicométrica considera el modelo muy cuestionable, aunque no completamente rechazable. No obstante, algunas de las ideas, como la del **pensamiento divergente** tienen validez y han sido muy influyentes en los estudios de creatividad.

## 2.4. LOS MODELOS JERÁRQUICOS

Spearman (1933), terminó por aceptar la existencia de otros factores comunes aunque no generales. Los estudios ya citados en los que se pone de relieve la presencia de factores de grupo, lleva a Burt (1941), a sistematizar estos resultados, admitiendo la presencia de un factor "g" y la de factores comunes a ciertos grupos de tests pero no a otros. Burt establece por primera vez la idea de una *jerarquía de factores*, según la cual en las aptitudes cognitivas puede hablarse de un *factor general*, *factores de grupo* y *factores específicos* de la tarea.

El modelo jerárquico más difundido es el de Vernon (1950), que contempla en el nivel superior de la jerarquía un **factor "g"**, que se subdivide en un segundo nivel en dos factores de grupo: v:ed y m:k. El factor v:ed, *verbal educativo*, engloba diversos aspectos de las aptitudes verbales como subfactores, tales como comprensión verbal, vocabulario, lectura, ortografía, etc., así como razonamiento aritmético, cálculo, y memoria, y en general aspectos bastante relacionados con el aprendizaje escolar. El factor m:k, *espacial/mecánico* pone de relieve los aspectos viso-espaciales.

La tradición jerárquica fue continuada por Cattell y Horn (Cattell, 1943, 1966, Cattell, 1971; Horn y Cattell, 1966; Horn, 1986). Cattell, estudiante e investigador con Spearman, se trasladó a USA en 1937, dedicándose fundamentalmente a la metodología e investigación con el AF. En un artículo de 1943 planteó la existencia de dos tipos posibles de inteligencia, una "**fluida**" que refleja las habilidades básicas de razonamiento y procesos mentales superiores y otra "**crystalizada**", que refleja las capacidades del sujeto, partiendo de la fluida, enriquecida por las experiencias del medio y la educación, estableciendo el paralelismo con las inteligencias A y B de Hebb (1942). Sus trabajos fueron desarrollados más tarde empíricamente (1963, 1967) y continuados y desarrollados por su discípulo Horn.

Sus resultados permiten hablar de la existencia de varios factores generales:

a) **Inteligencia general fluida, Gf**, caracterizada por la abstracción y educación de relaciones y puesta en juego en tests de razonamiento inductivo, relaciones figurativas, etc.

b) **Inteligencia general cristalizada, Gc**, caracterizada también por la abstracción y educación de relaciones, pero realizadas sobre materiales conocidos, adquiridos culturalmente. Se pone en acción ante tests de naturaleza verbal en sus distintas formas y de información general.

c) **Inteligencia general viso-espacial, Gv**, que interviene en la resolución de problemas que suponen la manipulación de imágenes mentales y perceptivas.

d) **Fluidez ideativa, Gi** o factor que interviene en tareas de fluidez de palabras, frases e ideas.

e) **Rapidez, Gs** o factor general de rapidez, interviniente en problemas de rapidez perceptiva, cálculos sencillos, etc. y en general en los tradicionales tests de velocidad.

Stankov (1980), realizó un análisis de conglomerados, en un intento de establecer una tipología de procesos cognitivos, llegando a resultados muy similares a los anteriores, ya que encontró cinco grupos con un claro significado intuitivo:

- **Inteligencia general fluida y cristalizada**, definida fundamentalmente por operaciones dirigidas a la memoria, como almacenamiento, recuperación, búsqueda, operaciones seriales, etc.

- **Visualización general I**, en tests de estimación de longitudes, flexibilidad de clausura, rotación de configuraciones espaciales, etc.

- **Razonamiento**, puesto de relieve en tareas de silogismos, sensibilidad a los problemas, facilidad numérica, etc.

- **Fluidez**, en tareas de fluidez verbal, asociativas, rapidez de clausura, originalidad, etc.

- **Visualización general II**, en tareas de rapidez perceptiva, figuras enmascaradas, etc.

Estos modelos son los más aceptados en la actualidad, ya que suelen aparecer con los más modernos métodos factoriales confirmatorios y están apoyados por las teorías de base neurofisiológica. Gustafson (1984, 1988, 1989, 1993), introdujo alguna modificación al modelo utilizando procedimientos de AFC. Por otra parte los resultados de Guilford, así como las diversas teorías para la clasificación de tests y tareas según propiedades y facetas (Gutmann, 1954, 1956, 1965; Humphreys, 1962), no presentan estructuras incompatibles con el modelo anterior sino que pueden considerarse como la expresión de una relativa continuidad de covariación de tareas que permite descender a categorías cada vez más numerosas y restringidas.

Algunos autores europeos también estuvieron interesados en los factores de inteligencia, planteando modelos similares a los de los psicólogos británicos y americanos. Meili (1946, 1979), estableció la existencia de cuatro factores de grupo:

- 1) **Plasticidad**: factor que aparece en el curso de la solución de un problema para hacer posible la formación de una nueva organización.

- 2) **Complejidad**: capacidad para aprehender estructuras complejas claramente y con precisión.



3) **Fluidez** o facilidad para abandonar una cierta idea.

4) **Globalización:** facilidad para unificar datos separados en un estímulo global.

Otros resultados importantes son los del psicólogo alemán Jäger. En un trabajo de 1967 realizó un análisis factorial de un gran número de tareas que organizó en seis factores:

1) Aptitud viso-espacial, que se corresponde al Gv del modelo de Cattell-Horn.

2) Riqueza y productividad de ideas, similar al Gr de fluidez relacional de C-H.

3) Poder de concentración y motivación, que sugiere un proceso general de concentración y atención.

4) Capacidad de procesamiento lógico-formal y de juicio, que parece corresponderse con Gf de Cattell-Horn.

5) Numérico o aptitud cuantitativa.

6) Verbal, correspondiente a la aptitud Gc de Cattell.

En años recientes parece que se está mostrando un interés renovado por el estudio factorial de la inteligencia, utilizando modelos factoriales confirmatorios, que ponen de relieve una organización neo-spearmaniana de la inteligencia, con un factor de inteligencia general, que coincide con Gf de Cattell y amplios factores residuales como el verbal-educativo o inteligencia cristalizada Gc, visual-espacial Gv, rapidez Gs y fluencia o facilidad de producción (Gustaffson, 1984, 1988, 1989, Gustaffson y Undheim, 1992, Undheim y Gustaffson, 1987). También se han encontrado cambios en la composición factorial con la edad (Undheim y Gustaffson, 1987).

## 2.5. CONSIDERACIONES FINALES EN TORNO A LOS MODELOS FACTORIALES DE LA INTELIGENCIA Y LAS APTITUDES

Como se ha podido observar en la exposición presentada, los estudios acerca de la estructura factorial-diferencial de la inteligencia y de las aptitudes, constituyeron un importante núcleo de interés de los psicólogos durante algo más de cuarenta años (de 1930 a 1975), inspirados fundamentalmente por los trabajos de Thurstone. A partir de la mitad de la década de los setenta este entusiasmo que caracterizaba a los factorialistas decayó considerablemente y se produjo un gran descenso en el número de publicaciones sobre estos temas. En ese momento, ciertos acontecimientos desencadenados en la psicología en general, y en el ámbito del estudio de la inteligencia en particular, llevaron a los investigadores a un cierto *desencanto* (Neisser, 1976, 1979; Resnick, 1976; Sternberg, 1977; Carroll, 1978).

Se observó que el análisis factorial que utilizaban era una *poderosa técnica* o tecnología psicométrica para la construcción de tests, pero que no servía para caracterizar la *"naturaleza de la inteligencia"*.



Comenzaron a ponerse de relieve numerosas anomalías, reflejadas especialmente en la incapacidad para llegar a teorías útiles y unificadas acerca del constructo "inteligencia" y en ciertos problemas de los instrumentos de medida. La mayor parte de estas críticas pueden encontrarse en Sternberg (1978), Neisser (1979) y Martínez Arias (1982, 1991). Aquí nos limitamos a señalar las más importantes, divididas en tres bloques:

a. *Las que son consecuencia de la metodología factorial utilizada.*

b. *Las referidas al soporte teórico.*

c. *Críticas de índole social.*

Brevemente se exponen a continuación las críticas más frecuentes.

### **a. Críticas sobre aspectos que son consecuencia de la metodología factorial utilizada.**

1) Falta de acuerdo sobre la naturaleza de los factores.

2) Proliferación de teorías particulares en cuanto al número, composición y estructura de los mismos.

3) Diferencias en cuanto a los procedimientos de extracción y rotación, fomentadas por el uso para la prueba de teorías de modelos factoriales exploratorios, con los que no se pueden falsar modelos. Las técnicas subjetivas utilizadas en la rotación también contribuyeron en gran medida al estado de la cuestión.

4) Explicaciones alternativas de los mismos resultados.

Por último, los cuidadosos análisis realizados por los primeros factorialistas, que insistían en la **validación cruzada de los factores**, se olvidaron en muchos de los trabajos posteriores.

### **b. Críticas relativas al estatus teórico de los modelos factoriales.**

1) El empirismo exagerado de los modelos factoriales, basados en muchos casos en procedimientos arbitrarios, no permite determinar constructos explicativos de las conductas. La sobreabundancia de factores condujo a la denominada por algunos **fragmentación de la aproximación psicométrica** (Hunt, 1987).

2) Al basarse exclusivamente en los **productos** de la ejecución de tests y en sus correlaciones, no permite explicar los mecanismos subyacentes a las diferencias individuales. No se pueden poner de relieve los **procesos** que conducen a la respuesta (Glaser, 1976; 1980; Estes, 1974).

3) Lo anterior lleva a problemas relativos a la **validación de los constructos**. El enfoque factorial no permite poner de relieve los **procesos de representación del constructo** (Embretson, 1985, 1986; Sternberg, 1985; Pellegrino, 1988).

4) La crítica **tautológica**. Algunos críticos señalan de forma despectiva que un factor es un nombre que se pone a un conjunto de tests que indican lo mismo

que la denominación del factor. Es cierto que el método había conducido a muchos abusos en este sentido, provocados en parte por el uso generalizado de los ordenadores. No obstante, esta crítica nunca podrá aplicarse a los teóricos de los modelos factoriales. No hay nada más lejos de esta tautología que el factor "g" de Spearman o el modelo jerárquico de Cattell.

### c. Consecuencias sociales del uso de los tests.

Junto a las anteriores cuestiones de carácter teórico surgen otras de índole social. A finales de los años setenta se desatan las críticas contra el producto por excelencia de las teorías factoriales **-el test psicométrico-**, centradas especialmente en las consecuencias sociales de su uso, dados los sesgos culturales y sociales que presentan (Gould, 1981; Berry, 1987; Irvine, 1987, Willingham, 1988).

Paralelamente, se pone en tela de juicio la validez predictiva de muchos de los tests (McClelland, 1973).

A pesar de las críticas señaladas, asumidas por los investigadores de la inteligencia y las aptitudes, no podemos negar la importancia que han tenido y aún tienen los modelos factoriales.

De esta forma se han descubierto múltiples aptitudes, más o menos interdependientes, y que en cierto modo coordina y actúa a través de ellos la inteligencia general (French, 1951; Oleron, 1957; Recarte, 1981). Esta multiplicidad de aptitudes no es caótica, sino que presenta un cierto orden jerárquico.

Las aptitudes más salientes y reiteradamente verificadas se recogen en trabajos de síntesis como los de Carroll (1993), Royce (1973) y Ekstrom *et al.* (1979).

Lo anteriormente expuesto ha llevado a Yela a la formulación de la **Teoría del Continuo Heterogéneo y Jerárquico** que resumimos a continuación, como conclusión de esta parte del trabajo.

Las diferencias individuales en el comportamiento inteligente covarían de forma sistemática. Los datos empíricos que expresan esta covariación ponen de manifiesto un continuo de covariación que se manifiesta por:

a) *El carácter universalmente positivo de las correlaciones.* Las correlaciones entre los tests de inteligencia son, en general, positivas. También lo son las correlaciones entre los factores.

b) *La complejidad universal de factores y tests.* Cada dirección de covariación representada por un factor se subdivide en varias direcciones o subfactores.

c) *La interdependencia múltiple y cruzada entre factores de un mismo nivel y de distintos niveles y entre tests de diversos factores y zonas de covariación.*

d) *La relatividad de la determinación empírica de los factores.* La identificación empírica de cada factor es consistente pero no absoluta ni unívoca. Los coefi-



cientes factoriales que los definen pueden variar y varían de forma sistemática y continua, según las zonas de actividad que se estudian, los tests concretos que se utilizan, las formas de estos tests, etc.

La observación de todos estos hechos revela un **continuo de covariación**, más que aptitudes unitarias inequívocas, universales, distintas y discretas. Los factores respectivamente encontrados representan zonas de covariación más que variables unívocamente definidas.

Este continuo de covariación *no es absoluto* pues aunque las correlaciones son, en general, positivas, hay correlaciones estadísticamente no significativas, especialmente cuando los tests son de tipo sensorial, motor o memorístico (Guilford, 1973; Hernshaw, 1975). Estas zonas de covariación ponen de manifiesto correlaciones con sus factores que forman parte de la jerarquía total, pero actúan como zonas periféricas del continuo de covariación y muestran interdependencias leves con regiones limitadas de ese continuo y correlaciones nulas, discontinuidad, con otras regiones.

*Es heterogéneo.* Las correlaciones empíricas presentan grandes variaciones en el campo de covariación. Se encuentran zonas de covariación intensa y otras de covariación menor. Por ejemplo, las correlaciones suelen ser altas entre ciertas tareas verbales y también altas entre las espaciales, mientras que son más débiles entre unas y otras. De la misma forma, la posibilidad de subdivisión de los factores no se logra con la misma facilidad en todas las direcciones. Hay factores que muestran más resistencia a la subdivisión que otros. Los factores en cada nivel presentan correlaciones positivas entre sí, pero éstas son más altas en ciertas zonas y menos en otras.

En el relativo continuo de covariación sobresalen ciertas tendencias que han sido encontradas reiteradamente en todos los estudios empíricos. El hecho más destacable es la tendencia general a la covariación en todas o casi todas las actividades cognoscitivas.

Estas pueden variar en función de la edad, la cultura, etc., pero muestran una cierta unidad de estructura. Esta tendencia general es la que representa el factor "g", la inteligencia general.

Su interpretación como rasgo diferencial del comportamiento es concordante con estudios importantes, numerosos y coincidentemente confirmados (Vernon, 1968, 1970; Tuddenham, 1970; Eysenck, 1973; Yela, 1976b, 1981a, 1981b, 1982).

El conjunto de distintos aspectos de "g" pone de manifiesto diferentes facetas de la inteligencia general según se los considere en función del nivel, velocidad o precisión del comportamiento de los sujetos; o se atienda a la actividad resolutoria, convergente, hacia un único resultado correcto o a la actividad inventora, divergente, hacia resultados nuevos; es decir, a la inteligencia fluida que genera nuevos modos de respuesta o la cristalizada que actúa a través de instrumentos mentales ya constituidos (Hebb, 1949; Cattell, 1963, 1971; Guilford, 1967; Eysenck, 1973).



Además del factor "g" parece que no solo en nuestra cultura sino también en otras, se manifiestan ciertas tendencias comunes. Las distintas culturas pueden reforzar ciertos procesos y favorecer la consolidación de aptitudes diferentes (Ferguson, 1954, 1965; Humphreys, 1962; Resnick, 1976; Sternberg, 1984). En la cultura occidental aparecen claramente confirmadas al menos dos zonas de covariación intensas: **la inteligencia verbal y la inteligencia técnica.**

Podemos, pues, resumir la teoría anteriormente expuesta en que "*la estructura diferencial de la inteligencia consiste en un continuo de covariación heterogéneo y jerarquizado. Es una estructura relativamente unitaria, en cuanto se articula en un continuo relativo de covariación en el que se manifiesta universalmente una tendencia general a la integración abstracta, relacionante e innovadora. Es una tendencia múltiple en cuanto opera a través de la constitución universal de sus estructuras lógicas, verbales y técnicas, y éstas, a su vez, se constituyen y diferencian mediante múltiples aptitudes, en número y carácter prácticamente ilimitados en función de las potencialidades genéticas y las condiciones variables de la experiencia y la cultura*" (Yela, 1987).

Carroll (1993), recoge algunas de las críticas habituales al AF, fundamentalmente centradas en que los factores están basados únicamente en variables que pueden expresarse cuantitativamente y en los resultados del rendimiento de personas en tests psicológicos (Lenk, 1983; Gould, 1981). Frente a estos argumentos responde que:

1) Los tests psicológicos bien administrados son formas científicamente adecuadas de evaluar el rendimiento de los sujetos y que no son fácilmente sustituibles por otros procedimientos.

2) Nuevos desarrollos en la teoría de los tests, como la **teoría de la respuesta al ítem**, área de investigación muy activa en la actualidad, permite subsanar muchas de las deficiencias achacables a muchos de los tests tradicionales de aptitudes y rendimiento académico.

3) El AF también permite analizar el rendimiento en conductas no derivadas de la aplicación de tests psicológicos. No obstante, los tests suelen proporcionar puntuaciones más objetivas.

## **2.6. NUEVAS APROXIMACIONES AL ESTUDIO DE LA INTELIGENCIA Y LAS APTITUDES**

Los investigadores y teóricos de la inteligencia se hicieron eco de las críticas planteadas, siendo conscientes de los problemas derivados del método y de que les faltaba sustrato teórico para salir de ciertas circularidades en las que habían caído. Los últimos quince o veinte años se caracterizan por la búsqueda de nuevos métodos y de herramientas teóricas para intentar explicar la naturaleza de la inteligencia. Brevemente exponemos a continuación

los principales desarrollos teóricos y posteriormente las innovaciones metodológicas.

### 2.6.1. Inteligencia y el procesamiento de la información

La preocupación por explicar la inteligencia en términos de una psicología de los procesos no es nueva. Diversos autores habían intentado este tipo de fundamentación a partir de procesos "aparentemente" ligados a las conductas inteligentes. Así, pueden citarse los intentos de explicación basados en diversas teorías del aprendizaje (Ferguson, 1954, 1956; Melton, 1967; Estes, 1970). No obstante estas aproximaciones fueron poco fructíferas, tal vez debido a su concepción limitada del aprendizaje y a una definición poco clara de los constructos implicados (Cronbach y Snow, 1977). Por lo tanto, lo que puede considerarse como el estudio de las bases procesuales de la inteligencia es el que se enmarca dentro de la *Psicología del Procesamiento de la Información*. Este paradigma representaba en ese momento -finales de los años setenta- el paradigma más firme para abordar el estudio de la inteligencia, ya que, como señala Neisser "*consiste en gran medida en una colección de métodos para el análisis de los procesos de solución de problemas, juicio y decisión*" (Neisser, 1979), tareas que al menos aparentemente están muy ligadas a las conductas inteligentes.

Aunque este es el marco general, también está caracterizado por la dispersión de modelos y la aproximación a la inteligencia discurre por caminos muy variados: búsqueda de procesos básicos y elementales, en la clásica tradición galtoniana; estrategias de procesamiento de la información; simulación de procesos mediante ordenador; intentos de explicación neuropsicológica y descomposición de los procesos de solución de tareas en sus componentes (Martínez Arias, 1991).

De estas aproximaciones, las que más cantidad de investigaciones han generado son las conocidas como "*bottom-up*" y "*top down*", también conocidas como de los "*correlatos cognitivos*" y de los "*componentes cognitivos*", respectivamente, según la ya clásica distinción establecida por Pellegrino y Glaser (1979, 1980).

La primera de las aproximaciones la constituyen aquellos trabajos cuya lógica consiste en correlacionar las puntuaciones de los tests con diversas medidas obtenidas por los sujetos en los procesos básicos, con la esperanza de que éstos expliquen aquellas. Una exposición de los avances realizados en esta línea se encuentra en Muñiz (1991).

La segunda, denominada de los componentes cognitivos se corresponde con los trabajos que tratan de identificar los procesos de los sujetos en la resolución de los ítems de los tests y de encontrar los subprocesos o componentes en que aquellos pueden descomponerse. Una exposición reciente de los avances en esta línea puede encontrarse en Martínez Arias (1991).



Por la naturaleza de este trabajo no podemos entrar en los detalles sobre estas dos aproximaciones; más adelante se expondrán los principales resultados en lo que se refiere a las aptitudes verbales.

Con la revolución de la psicología cognitiva en los últimos 30 años, comentada anteriormente, no resulta sorprendente que los psicólogos cognitivos hayan intentado construir baterías de tests basadas en las teorías cognitivas correspondientes (Rose, 1978). No obstante, por el momento, las experiencias no son muy alentadoras y parece difícil que puedan sustituir a los tests tradicionales. Algunas de estas baterías encontraron los mismos problemas que McKeen Cattell y Galton (Carroll, 1982). Los subtests no correlacionan sustancialmente entre sí, ni con criterios relevantes de interés. Incluso los tests de aptitudes superiores plantean importantes problemas: estimar fiablemente puntuaciones de componentes de procesamiento de información requiere una gran cantidad de tiempo de test y los que sí lo han sido, no muestran correlaciones elevadas con otras medidas (Sternberg, 1977, 1992). No siempre está claro que su valor interpretativo pueda tener eficacia práctica. El resultado es que 30 años después de la revolución cognitiva, no hay tests de inteligencia viables basados sobre la moderna teoría cognitiva (Sternberg, 1992).

### 2.6.2. Nuevas aproximaciones metodológicas

Creemos, al igual que Thurstone (1938) y los primeros factorialistas, que todas las técnicas multivariantes de **reducción de la dimensionalidad**, tales como el análisis factorial, escalamiento multidimensional, análisis de conglomerados jerárquico y cualquier otro método que permita clasificar las tareas cognitivas en categorías formadas por elementos muy similares, proporcionan una guía adecuada para el posterior análisis cognitivo de los tests. Es decir, este mapa es un primer paso y no el fin en lo que se refiere a la comprensión de las diferencias individuales en funcionamiento cognitivo.

Basándose en esta creencia, muchos investigadores han abordado de nuevo el estudio de la inteligencia y las aptitudes con procedimientos de análisis factorial confirmatorio. La utilización de estos métodos, descritos con un cierto detalle en el capítulo 1, sin ser la panacea universal que resuelve todos los problemas, como algunos parecen creer, permite una mayor objetividad en el análisis de los resultados.

La base estadística de estos métodos los hace mucho más adecuados para la prueba de modelos (Sternberg, 1978), evitando muchas de las críticas ligadas al método, a las que antes nos hemos referido.

La teoría factorial tomada como referencia en la mayor parte de estos trabajos es la **jerárquica** de Cattell (1971), revisada por Horn (1980, 1986). Los recién-



tes trabajos ya citados de Gustaffson y colaboradores han confirmado también las distinciones básicas de Cattell entre Gf, Gc y Gv.

El modelo de Gustaffson también sugiere que Gf puede ser equivalente a "g", permitiendo establecer una similaridad entre el modelo de Vernon (1950) y el de Cattell-Horn.

A resultados similares llega Carroll (1984, 1993), que aplicó consistentes procedimientos de AF a algunos de los más importantes conjuntos de datos presentados en la literatura. En su forma más simple encontró que la mayor parte de estos datos podía ajustarse por un modelo de factor general jerárquico de las aptitudes humanas, del tipo del presentado por Cattell-Horn. La preferencia por este modelo se hace también explícita en Hunt (1987). Este autor asume que hay tres clases principales de aptitudes:

- *cristalizadas*, normalmente verbales, definidas como la capacidad de aplicar soluciones previamente aprendidas a problemas actuales.
- *fluidas* o aptitud para aplicar métodos generales de solución de problemas a nuevas situaciones.
- *aptitudes de visualización* o capacidad para tratar con problemas que implican relaciones visoespaciales.

Estas aptitudes son distintas, aunque Gf y Gc están correlacionadas en la mayor parte de las poblaciones. Uno de los rasgos más destacables del modelo Cattell-Horn es que se ajustan razonablemente bien a análisis neuropsicológicos del funcionamiento cerebral, basados en extensos exámenes de casos patológicos. Este emparejamiento se da sobre todo con Gv y Gc, interpretada esta última como aptitud verbal.

En resumen, los modelos jerárquicos proporcionan buenos resúmenes de las aptitudes medidas mediante tests de papel y lápiz.

Otros autores, utilizando técnicas de *escalamiento multidimensional*, también llegan a la misma conclusión (Snow et al, 1980; Snow et al., 1984; Snow, 1986; Marshalek et al., 1983). Con los métodos de escalamiento utilizados, pretenden construir el "*espacio*" de representación de los diferentes tests, aproximando sus distancias por medio de las correlaciones. Los tests que definen un factor se agruparán en conglomerados próximos.

También sugieren la compatibilidad del modelo jerárquico con la teoría de Guttman (1954, 1970), de que las aptitudes se organizan en una estructura tipo **rádex**. El resultado es que las correlaciones entre los tests de aptitudes, regularmente muestran un continuo de complejidad desde la periferia al centro de una estructura rádex.

Ambas aproximaciones, la factorial y la del procesamiento de la información, no son mutuamente excluyentes, sino complementarias, como lo demuestran algunos estudios en los que se utilizan tests tradicionales, junto con variables de procesamiento de la información, y son sometidos a procedimientos de análisis factorial confirmatorio (Frederiksen, 1980; 1982; Lansman et al., 1982; Cornelius et al. 1983).

Incluso las modernas teorías, más ligadas al procesamiento de la información que al análisis de los productos de los tests mentales, suelen tomar los resultados factoriales como término de comparación e incluso como criterio de validez (Carroll, 1976; Sternberg, 1982; Eysenck, 1986).

## LAS APTITUDES VERBALES

### 3.1. LAS APTITUDES VERBALES EN LAS TEORÍAS FACTORIALES

Como se ha expuesto en el apartado anterior, la estructura factorial de la inteligencia está formada por un conjunto de rasgos diferenciales o aptitudes; de cómo se considere esta estructura y de las relaciones entre sus elementos se originan las distintas teorías factoriales.

Una de los factores que, aunque con nombres y caracterizaciones a veces diferentes, aparece en todas las teorías establecidas hasta el momento, es el factor verbal, o aptitudes verbales necesarias para la comprensión y uso de la lengua escrita y hablada. Spearman, cuando se vio obligado a reconocer las críticas a su teoría bifactorial, aceptó el factor verbal-educativo, como uno de los factores de grupo (Spearman y Jones, 1950), en la línea del modelo jerárquico admitido por la escuela británica, ya expuesto en el apartado anterior (Burt, 1940; Vernon, 1950; Eysenck, 1973).

Los modernos modelos jerárquicos todos asumen la importancia del factor de segundo nivel G<sub>c</sub>, que coincide en gran medida con el factor verbal-educativo.

Una aceptación implícita de este importante factor se encuentra también en el modelo de Thomson (1919, 1939), cuando habla de *subpoblaciones de elementos*, formadas por contenidos similares, una de las cuales estaría definida por los contenidos verbales.

No obstante, dentro de los modelos multifactoriales americanos es donde estas aptitudes encuentran un reconocimiento explícito desde las tempranas investigaciones factoriales. Ya los pioneros trabajos de Kelley (1928), ponen de relieve la existencia de un factor verbal.

Los primeros resultados obtenidos por Thurstone (1935, 1938), con sujetos de nivel mental relativamente homogéneo y rotaciones ortogonales llevaron al reconocimiento de múltiples factores comunes e independientes, entre los que se encontraban claramente establecidas las aptitudes verbales.



Por su parte, el Factor Verbal no es independiente ni simple; ya hemos aludido a sus interdependencias parciales con otros factores y a su relativa subordinación al factor general.

Los resultados de la investigación factorial revelan dentro del factor verbal dos subfactores: **Fluidez verbal** y **Comprensión verbal**, covariantes, pero distintos.

El factor de **Comprensión verbal** ha sido identificado en gran número de estudios (Thurstone, 1938; Carroll, 1941; Johnson y Reynolds, 1941; Taylor, 1947; Fruchter, 1948; Botzum, 1951; French, 1951; Rogers, 1953; Oleron, 1957; Michael y Jones, 1961; Guthrie, 1963; Ekstrom *et al.*, 1979; Recarte, 1981). Es definido de forma general como la **aptitud para comprender la lengua** y manejar relaciones verbales. En el **Index Universal** (Cattell, 1953), se identifica junto con otros factores y se considera suficientemente estable para ser incluido en el **Kit of reference tests for cognitive factors** (French *et al.*, 1963). El modelo de la estructura del intelecto de Guilford lo relaciona con el conocimiento de unidades semánticas, relaciones y sistemas (Guilford y Hoepfner, 1971).

Es por tanto un factor de gran consistencia, encontrado en la mayor parte de las investigaciones, pero con una estabilidad configurativa muy variada.

La diversidad de pruebas que requieren conocimiento y comprensión del lenguaje, hacen que el factor de Comprensión verbal haya sido identificado por diferentes tipos de pruebas y probablemente la causa de que haya sido definido de distintas formas.

Sobre la divisibilidad de la comprensión verbal, la opinión más generalizada es la de que aparece como una dimensión de gran unidad interna, presentando una notable resistencia a la fragmentación (Garrett, 1938; Woodrow, 1939; French, 1951; Northrop, 1977), excepto en los estudios de Guilford y colaboradores (Guilford y Hoepfner, 1971).

El componente intelectual de las pruebas de comprensión verbal dio lugar a que al descomponerse se unieran a otras pruebas de referencia y quedaran subsumidas en ellas, colaborando a la identificación de factores más generales. Los tests de comprensión no son puros y presentan varianzas comunes con otros factores distintos y más generales (Carroll, 1993). Esto conduce a creer que todo intento de definir la comprensión verbal es muy difícil, puesto que son muchos y muy distintos los tests que han saturado en este factor. Existen, sin embargo, distintos estudios que apuntan en dirección diferente a esta unidad interna tan ampliamente aceptada.

Revisaremos brevemente las principales investigaciones en las que se ha encontrado este factor.

### 3.2. INVESTIGACIONES FACTORIALES ACERCA DE LAS APTITUDES VERBALES

El primer estudio factorial que identificó el factor de comprensión verbal fue el de Thurstone (1931), siendo éste uno de los factores más claros de sus **Aptitudes mentales primarias**. Las pruebas que alcanzan las saturaciones más altas en este primer estudio son: *Completion, Word grouping, Inventive opposites, Verbal analogies, Abstract classification, Dissarranged words, Concrete association, Anagrams y Verbal enumeration*.

Como casi todas las aptitudes, este factor puede descomponerse en dos o más factores separables, dos de los cuales son los más importantes: la Comprensión verbal y la Fluidéz verbal. El más importante de los factores es el primero, referido a la capacidad para comprender y manejar el lenguaje escrito y hablado. La fluidez se refiere a la habilidad para producir palabras y frases rápidamente y puede entenderse como "tasa de producción", frente a la comprensión verbal que se refiere más a la amplitud y profundidad en la comprensión del material escrito.

En un segundo estudio, Thurstone (1940), vuelve a extraer un factor **V**, alcanzando importantes saturaciones en él pruebas como *Proverbs, Same or opposites, Completion, Directions, Verbal analogies, Word grouping, Reasoning, Syllogism y Spelling*.

Chein (1939), con la finalidad de estudiar los factores primarios, con una muestra de estudiantes y catorce pruebas, extrae cuatro factores, entre los que identifica el de Comprensión Verbal, configurado por casi todas las pruebas del estudio, aunque con distintos pesos, destacando *Verbal analogies, Completion y Grammatical generalization*. Este estudio muestra, además de la fuerte unidad del factor de Comprensión verbal, los distintos significados que una misma denominación puede tener en los distintos estudios, ya que el factor **V** de este estudio es diferente al de Thurstone.

Garrett (1938), identifica también un factor verbal en el que alcanzan pesos importantes las pruebas *Inventive opposites, Vocabulary, Verbal analogies, Completion y Dissarranged sentences*.

La mayor parte de las pruebas que aparecen en los estudios requieren, para poder ser resueltas, que los sujetos relacionen ideas entre sí, capten conceptos expresados por palabras y al mismo tiempo sepan relacionarlas. Otro grupo de pruebas menos numeroso exige la identificación y reconocimiento de palabras y significados.

Thurstone (1941), Coombs (1941), Langsam (1941), Johnson y Reynolds (1941), Goodman (1943), Bechtold (1947) y Taylor (1947), llevaron a cabo una serie de estudios en los que se identificó un factor de Comprensión verbal en el que alcanzan pesos importantes pruebas como *Completion, Same or opposites*, que aparecen en todos los estudios, *Vocabulary y Verbal enumeration*, en gran



parte de ellos y pruebas como *Sentences*, *Verbal analogies*, *Dissarranged sentences* y *Proverbs*, en algunos de ellos.

Las respuestas exigidas en las primeras pruebas están relacionadas con el conocimiento del significado de las palabras, están aisladas de contexto y se trata de saber si la palabra forma parte o no del vocabulario del sujeto. Los otros tests se refieren más bien a la manipulación de conceptos y otras pruebas, como *Word checking*, que exigen relacionar las ideas expresadas mediante palabras.

En todos estos estudios el factor V se caracterizaría tal como lo define Taylor por "*el significado de sentencias y también el significado de, y la relación entre pares de palabras son su campo particular*" (Taylor, 1971).

Todas estas investigaciones representan una confirmación del factor de Comprensión verbal hallado por Thurstone; los tests empleados son semejantes o los mismos y el factor se caracteriza sobre todo por el reconocimiento y manejo de significados.

Carroll (1941), identificó dentro del campo verbal una dimensión que denominó factor **C**, una gran parte de las pruebas que saturan en este factor, como *Grammar*, *Spelling*, *Word choice* y *Phrase completion*, presentan problemas relacionados con los conocimientos de la lengua (reglas gramaticales, usos y modismos de la misma). Para Carroll este factor representaría "*diferencias en el almacén de respuestas lingüísticas poseídas por el individuo; el acopio de la experiencia pasada del sujeto y el entrenamiento en la lengua inglesa*" y además, "*las diferencias individuales en algunos aspectos de la aptitud para aprender diversas respuestas lingüísticas convencionales y para retenerlas durante largos períodos de tiempo*" (Carroll, 1941). En el mismo estudio, Carroll identificó también otro factor al que denominó **J**; los tests con mayores saturaciones en él son los de *Verbal analogies*, *Morpheme recognition* y *Dissarranged morphemes*, que tienen en común la manipulación de ideas y relaciones verbales; en sus palabras "*algún tipo de capacidad de razonamiento o aptitud para manejar relaciones verbales*" (Carroll, 1941).

Los resultados del estudio de Fruchter (1948), realizado con los tests de Thurstone, apuntan en la misma dirección. Fruchter identificó un factor, al que llamó **A**. El elemento común de las diversas pruebas que lo caracterizan se basa en el reconocimiento de significados (*Vocabulary*, *Word knowledge*, *Completion*).

Sin embargo, las saturaciones que presentan otras pruebas (*Verbal analogies*, *Dissarranged words*, *Arithmetic reasoning*), no permite una interpretación unívoca del factor, pues aunque exigen la interpretación de significados, implican la utilización de otras operaciones mentales.

En el **Kit of reference tests for cognitive factors** de 1963, elaborado por French, Ekstrom y Price, aparecen recogidos otros factores relacionados con este área de estudio y confirmados en investigaciones posteriores, que se



obtienen al realizar análisis factoriales con tests de contenidos verbales. De entre ellos, podemos citar los siguientes: **Inducción**, definido como "*aptitudes asociadas implicadas en el descubrimiento de conceptos generales que se ajustan a conjuntos de datos, en la formación y establecimiento de hipótesis*".

Royce lo definió como "*aptitud para la formación y prueba de hipótesis, dirigidas a descubrir un principio de relación entre los elementos, aplicando el principio para identificar los elementos que se ajustan a la relación*", (Royce, 1973), e hipotetiza que Induction, Deduction, Syllogistic reasoning y Spontaneous flexibility, forman un factor de razonamiento de segundo orden.

Dye y Very (1968), proponen factores distintos de razonamiento inductivo y razonamiento simbólico-inductivo, además del razonamiento verbal, aritmético y general.

En el estudio de Reed (1966), inducción y razonamiento silogístico, forman un factor y éste es distinto de razonamiento general. **Razonamiento silogístico** se define en el Kit como la "*aptitud para razonar partiendo de las premisas establecidas para llegar a la conclusión necesaria*".

Royce (1973), por su parte, considera el factor **Syllogistic reasoning** y el de **Deducción**, como factores distintos, definiendo éste último como "*razonamiento de lo general a lo específico; la capacidad para probar la conexión de una conclusión significativa, aplicando principios generales al caso individual*"; mientras que el Syllogistic reasoning lo considera como "*aptitud para razonar formalmente a partir de las premisas establecidas, eliminando combinaciones no permitidas, y llegando así a las conclusiones necesarias*".

Guilford y Hoepfner (1971), señalan que la facultad utilizada en las pruebas de razonamiento silogístico no es la deducción, puesto que no se le pide al sujeto dar una respuesta, sino la evaluación de la corrección de las respuestas que se presentan.

Bunderson (1967), prefiere denominar a este factor **Razonamiento verbal** y darle una mayor amplitud de la establecida por el Kit.

Centrándonos en lo que muchos autores consideran un factor puro de **Comprensión verbal**, este factor aparece en el **Kit** de 1963 definido como "*la capacidad para comprender la lengua inglesa*". La especificidad de esta definición se basa en el estudio de Guthrie (1961), que encontró factores distintos para el inglés y el tágalo en sujetos que hablaban ambas lenguas.

Royce (1973), por su parte, define el factor como "*facilidad para la comprensión de palabras inglesas, frases y párrafos*", mientras que Pawlik (1966), lo define en relación con el "*conocimiento de palabras y su significado, así como la aplicación de este conocimiento en la comprensión del discurso*".

El trabajo presentado por Harris y Harris en la reunión anual de la American Educational Research Association en 1971, sobre los trabajos de Thurstone, Guttman y Guilford, encuentra un factor similar que incluye "*comprensión de información, incluyendo la inducción de clases cuando se emplean contenidos*

verbales y figurativos", lo que sugiere un factor más amplio y similar al propuesto por Guilford como *Cognition of semantic relations*.

Los estudios de Haag y David (1969), y Messick y French (1975), sugieren un factor relacionado con la "disponibilidad y flexibilidad en el uso del significado múltiple de las palabras", que puede considerarse como un subfactor de la comprensión verbal.

También varios de los factores en Nihira *et al.* (1964), pueden ser considerados como subfactores de la Comprensión verbal, entre los que se incluyen **Verbal relations** y **Verbal implications**.

Otro factor que aparece en numerosos estudios es el denominado **Verbal closure**, que puede definirse como la capacidad de resolver problemas que requieren la identificación de palabras en las que faltan algunas letras, están desordenadas o mezcladas con otras letras. Este factor fue identificado por Pemberton (1952), y por Mooney (1954), y es semejante al denominado por Guilford **Cognition of symbolic units**. Messick y French (1975), sugieren que pueden ser factores distintos o subfactores de **Speed of verbal closure** o de **Flexibility of verbal closure**. El factor ha aparecido en varios estudios (Adcock y Webberly, 1981; Harris y Harris, 1971; Messick y French, 1975), y en los trabajos del laboratorio de Guilford, para el que: "el factor se caracteriza primordialmente por su referencia a ideas y significado de las palabras. Es bastante probable que a juzgar por los presentes datos, el factor V sea identificado en gran medida en términos de la manipulación verbal de las ideas, como tiene lugar en el discurso verbal sostenido" (Guilford y Hoepfner, 1971).

En un estudio preliminar realizado con 282 sujetos y 10 pruebas verbales, Yela *et al.* (1969), identificaron tres factores, uno **Lingüístico**, caracterizado por pruebas como ortografía, gramática y letras en desorden; uno **Semántico**, caracterizado por las pruebas de palabras sinónimas, frases sinónimas y matices y uno **Ideativo** o de relaciones verbales, en el que las pruebas que los caracterizan son analogías de palabras, mejor dimensión, series de palabras y respuesta probable.

Yela (1975), sometió a prueba la superioridad de los sujetos que utilizan su lengua materna en algunas pruebas verbales y encontró que las pruebas semánticas tienden a desplazarse a un factor lingüístico-semántico en los monolingües y a un factor semántico-ideativo en los bilingües, tal vez debido a las diferentes estrategias empleadas, más automáticas en los morolingües y más reflexivas en los bilingües.

Como se ha puesto de relieve en los distintos estudios realizados en el área verbal de la Inteligencia, los distintos factores identificados y los diferentes tests que representan a este factor parecen indicar una diversidad de procesos subyacentes en la comprensión verbal, avalando la posibilidad de que el factor comprensión verbal esté configurado por varios subnúcleos de covariación claramente diferenciados.



Un problema central en la definición de las aptitudes verbales, tal como se desprende de las investigaciones revisadas, es el del solapamiento entre las aptitudes de razonamiento y el rendimiento en los tests verbales, particularmente en los tests de vocabulario y de comprensión lectora. Este solapamiento es comprensible en los tests de razonamiento verbal, tales como los de analogías verbales, pero no en los de vocabulario. Jensen resume bien esta paradoja:

*“Las puntuaciones en los tests de vocabulario son las que más correlacionan normalmente con las puntuaciones totales de C.I. de otros tests. Este hecho aparentemente podría contradecir la importante generalización de Spearman de que la inteligencia se pone de relieve fundamentalmente en tareas que demandan la educación de relaciones y correlatos. ¿Es que los tests de vocabulario realmente muestran algo más de lo que el sujeto ha aprendido antes de realizar el test? ¿Hasta qué punto implican razonamiento o educación de relaciones?”* (Jensen, 1980).

Dos fuentes de evidencia ayudan a explicar esta aparente paradoja: análisis de los tests verbales que correlacionan y de los que no correlacionan con razonamiento y las investigaciones acerca del proceso de adquisición de vocabulario.

Las tareas verbales que muestran correlaciones relativamente bajas con medidas de razonamiento tienen varias características distintivas. Normalmente son más simples, premiando más la rapidez de respuesta (éstas son generalmente de fluidez), o enfatizan conocimiento especializado de convenciones lingüísticas (gramática, comprensión de palabras, conocimiento de palabras poco frecuentes), o demandan procesamiento fonológico en vez de semántico. Las correlaciones con medidas de razonamiento aumentan a medida que las tareas demandan más inferencias, como sucede en las analogías o en los tests en los que las palabras deben ser definidas y no meramente reconocidas (Snow y Lohman, 1989), requieren integración de sentencias, usan palabras relativamente abstractas o requieren comprensión precisa de conceptos (Marshalek, 1981).

En este sentido, Carroll (1985), establece una distinción fundamental en el dominio verbal, conceptualizando lo que normalmente se conoce como **Comprensión verbal**, como Gc o inteligencia general verbal cristalizada y el tradicional factor de **Fluidez verbal**, como Gi o inteligencia verbal de producción de ideas. Este factor de inteligencia verbal o cristalizada aparece no solamente en los estudios realizados con la lengua inglesa, sino también con otras lenguas: afrikaner, francés, alemán, italiano, japonés, noruego y sueco (Carroll, 1993). En casi todos los casos, el factor está dominado por un factor general interpretado como inteligencia cristalizada. En general, un factor es denominado V cuando:

- Todos los tests requieren la lectura de material.
- Los tests implican un amplio repertorio de tests de vocabulario y lectura.

Otros numerosos tests aparecen ocasionalmente con V debido a su implicación de conocimiento de vocabulario o de comprensión general del lenguaje. Por ejemplo, las analogías verbales normalmente suelen caracterizarse dentro



del dominio de la inteligencia verbal, debido a las palabras de difícil comprensión que en ellas aparecen.

También aparece a veces un factor de **Comprensión lectora** linealmente independiente de otros factores en el dominio del lenguaje. Algunos investigadores han intentado refinar y parcializar este factor. Spearritt, Spalding y Johnston (1977), aislaron **Comprensión pura de sentencias** y **contexto semántico**, independientes de los factores V y VL, todos dominados por un factor de inteligencia verbal general. El primero de los factores se observaba con tests cuyos ítems pedían al niño que comprendiesen simples sentencias impresas o respondiendo a cuestiones simples. Los tests de contexto semántico generalmente presentan párrafos cortos, que describen una situación que el niño tiene que comprender para inferir la respuesta correcta.

Frederiksen (1982), desarrolló procedimientos para aislar factores en el proceso de comprensión de un texto. Cuatro de ellos tienen que ver con el reconocimiento de palabras y otros cuatro son los siguientes:

- Extrapolar una representación del discurso.
- Integración semántica de antecedentes con una representación del discurso.
- Rapidez al analizar el contexto.
- Asignación de antecedentes topicalizados como referente.

Hay evidencias también de una destreza general de reconocimiento de palabras que puede considerarse como un factor independiente en el dominio del lenguaje y que, a su vez, puede descomponerse en factores separados: seguridad en la decodificación, y rapidez. Los factores de percepción de palabras pertenecen a esta categoría. Frederiksen (1982), mostró que la decodificación puede descomponerse en destrezas específicas:

- Decodificación de grafemas y reconocimiento de letras.
- Percepción de unidades de letras múltiples.
- Profundidad de procesamiento en el reconocimiento de palabras.
- Contraste fonémico.

También existen datos empíricos que apoyan la separación de la rapidez lectora y la comprensión lectora. Los individuos pueden alcanzar los mismos niveles de comprensión en diferentes velocidades. La rapidez parece implicar comprensión sólo mínimamente; una buena medida es el tiempo invertido en la lectura de un párrafo. A veces se requiere que el sujeto marque palabras sin sentido dentro de un párrafo. Muchas veces son simples tests de comprensión dados en un tiempo límite. Tiene que ver con la rapidez de acceso a códigos de memoria implicada en el reconocimiento de palabras.

Muchos autores consideran que la ortografía es una aptitud independiente de otras habilidades lingüísticas. Las diferencias individuales en este factor aparecen pronto en la escolarización y persisten hasta la vida adulta. No siempre aparece como un factor separado de la habilidad lectora. Correlaciona con tests de rapidez de clausura. A veces aparece separado solamente en muestras de niñas (Cureton, 1968). El factor no es concluyente.

Dentro de los factores verbales, a veces se ha hablado también de un factor de **Sensibilidad gramatical**, ya que parecen existir amplias diferencias individuales en el grado en que los individuos son conscientes de los detalles de la estructura gramatical presentes en tests de conocimiento gramatical y en tests de frases o sentencias.

La idea que parece tener amplio reconocimiento es la de un factor o aptitud lingüística o de conocimiento de lenguaje, que puede considerarse de un lado como un factor unitario formado por destrezas que tienden a aprenderse juntas y en el mismo orden por todos los sujetos. El desarrollo de las destrezas lingüísticas está sustancialmente ligado al desarrollo de destrezas cognitivas generales; las medidas de vocabulario están entre los mejores predictores de la inteligencia general (Terman, 1916). Es tentador especular que la inteligencia general es idéntica a la tasa de desarrollo del lenguaje, pero esta especulación es solo débilmente soportada por la investigación.

Al relacionar las aptitudes lingüísticas a procesos cognitivos es extraordinariamente difícil llegar a conclusiones, por diversas razones. En primer lugar, la conducta verbal es extraordinariamente compleja y diversa, habiendo diversos factores que reflejan esta diversidad y complejidad. En segundo lugar, cualquier intento de interpretar procesos cognitivos como se revelan por las aptitudes lingüísticas, implicaría un gran detalle. Los estudios de procesos cognitivos podrían ir guiados por la investigación factorial. Para casi todos los factores están implicados procesos de memoria a largo plazo. Los individuos difieren ampliamente en sus tasas de adquisición de la información. Sternberg y Powell (1982), postulan que la adquisición de vocabulario ocurre por medio de procesos como operación sobre los contextos en los que ocurren las palabras.

En cuanto a la importancia de los factores verbales en la literatura psicométrica, Carroll (1993), presenta los factores que definen el factor de segundo orden de Gc en 81 conjuntos de datos:

- Factor V, 23 veces con carga promedio de 0.71.
- LD, desarrollo del lenguaje, 11 veces, promedio 0.78.
- RC, comprensión lectora 7 veces, promedio 0.75.
- RG, razonamiento secuencial, 7 veces, promedio 0.69.
- K0, información general, 5 veces, promedio 0.73.
- FI, fluidez ideacional, 5 veces, promedio 0.68.
- SG, ortografía, 5 veces, promedio 0.67.

La mayor parte de estos factores suponen el lenguaje directa o indirectamente, ya que muchos de los tests que los definen son verbales. También aparecen a veces los factores de memoria asociativa y de razonamiento.

Con respecto a este último, puede manifestarse a través de tareas muy variadas, siendo verbales muchas de ellas, lo que hace que, como ya se ha señalado en investigaciones antes citadas, algunos de estos factores suelen ir ligados al factor verbal o a Gc.



Carroll (1993), al revisar 240 estudios que tentativamente proporcionaban factores de razonamiento encontró lo siguiente:

- 1) Relativamente pocos estudios proporcionan más de un factor clasificable en el dominio del razonamiento.
- 2) Factores oblicuos de primer orden frecuentemente correlacionaban mucho entre sí y/o con factores de otros dominios.

Entre las razones para explicar la dificultad de emergencia del factor de razonamiento:

- a) Muchas tareas de razonamiento son muy complejas, implicando inductivo y deductivo que no pueden separarse fácilmente.
- b) Aunque sea posible distinguir procesos como inducción y deducción es posible que estos procesos se desarrollen o aprendan juntos, en el sentido de que los que son capaces de hacer procesos inductivos, también lo sean de los deductivos.
- c) Muchas de las tareas diseñadas para poner de relieve procesos de razonamiento también implican lenguaje y destrezas espaciales.

El examen de los distintos estudios factoriales permite clasificar las tareas en tres grandes grupos, divididas a su vez en subgrupos.

1. Tareas de razonamiento deductivo. Requieren que el sujeto extraiga inferencias de premisas o combinaciones de premisas. Hay al menos tres subtipos:
  - 1a. Tareas de silogismos categóricos. Son silogismos que implican pertenencia a clases, como establecidas en las premisas.
  - 1b. Tareas de silogismo lineal. Hay silogismos en los que las premisas establecen comparaciones de entidades en términos de atributos que pueden variar de forma continua. Los operadores son palabras como mayor que, igual a, menor que etc.
  - 1c. Tareas de razonamiento general verbal. Implican problemas establecidos verbalmente a veces acompañado por diagramas o dibujos.

2. Tareas inductivas. Son tareas en las que se requiere del sujeto que examine una serie de materiales y de esta inspección induzca una regla que gobierna los materiales. Entre los tipos más comunes se encuentran los siguientes:

2a. Descubrimiento de reglas de conceptos. Requieren que el sujeto descubra una característica común en dos o más elementos estimulares: nombrar relaciones perceptivas, reconciliar opuestos, similitudes verbales remotas, pares de sentencias, clasificación, formación de conceptos verbales.

2b. Tareas de series. Series de letras, semánticas, numéricas o figurativas. El sujeto debe extraer la regla de formación de la serie, seleccionando o produciendo el elemento que la continúa.

2c. Tareas de ejemplares múltiples. Son en principio similares a las tareas de series. Clasificación de figuras, agrupamiento de figuras, clasificación de letras, agrupamiento de letras y clasificación verbal.



2d. Tareas matriciales. Se presentan en forma de matrices cuadradas o rectangulares. El material puede ser literal, numérico, semántico o figurativo. Se requiere la inducción exitosa de la regla.

2e. Seleccionar el elemento distinto.

2f. Tareas de analogías. El contenido puede ser verbal, numérico o figurativo. Aunque aparecen entre las tareas inductivas, también podrían ser deductivas.

Existen además otros aspectos como el razonamiento cuantitativo y el basado en tareas visoespaciales.

La evidencia presentada en los estudios de Carroll (1993), sugiere que hay tres relaciones linealmente independientes en el dominio del razonamiento:

1) Razonamiento secuencial. Este factor opera en tareas o tests que requieren que los sujetos partan de premisas establecidas, reglas o condiciones y lleguen a conclusiones que lógicamente se deriven de las premisas.

2) Inducción. Este factor opera en tareas o tests que presentan a los sujetos materiales gobernados por una o más reglas implícitas o que exhiben o ilustran ciertas similitudes o contrastes.

3) Razonamiento cuantitativo.

En cuanto a sus cargas en Gf y Gc depende de los contenidos concretos de los tests. Kyllonen y Christal (1990), señalan que la capacidad de la memoria de trabajo está centralmente implicada en muchas tareas de razonamiento.

Otro aspecto importante es el de la **Rapidez cognitiva**, ya que, aunque casi todos los factores en el dominio del lenguaje pueden clasificarse como de nivel, ya que las diferencias individuales lo son con respecto al punto límite en una escala de dificultad de la tarea que el individuo puede alcanzar, muchos tests del dominio del lenguaje también dependen de este factor. Los factores de rapidez en el dominio del lenguaje probablemente estén limitados a:

a) Rapidez de lectura.

b) Tasa de rendimiento en completar sentencias.

Se habla a veces de factores de *Rate-of-test-taking* o de velocidad de ejecución en el test. En algunos estudios aparece el factor de la tasa en la resolución del test. En un trabajo de Horn (1986), los tests que saturan en este factor son: rapidez de copia, rapidez perceptiva, flexibilidad de escritura, rapidez numérica y fluidez ideacional.

Por último, en el dominio del factor verbal-educativo, es difícil a veces establecer la separación entre factores de aptitud cognitiva y de conocimientos cognitivos. Algunos argumentan que todas las aptitudes cognitivas son en realidad conocimientos aprendidos de uno u otro tipo. Este argumento es difícil de contraatacar, ya que los tests utilizados requieren en su mayor parte de ciertos aprendizajes: lenguaje y sus usos, símbolos como códigos y números o procedimientos para resolver distintos tipos de problemas.

### 3.3. LAS APTITUDES VERBALES Y LA PSICOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El amplio desarrollo de la Psicología Cognitiva a partir de los años sesenta se ha notado en la práctica de los tests. La teoría y la práctica psicométrica necesitan encontrar métodos para medir los crecientemente variados y complejos modelos de conducta (Ronning *et al.*, 1987).

En esta línea investigadora, especialmente en el marco del procesamiento de la información, las aptitudes verbales también son objeto de estudio en los últimos años, centrándose el interés de la mayor parte de los autores en la tradicionalmente conocida como **Comprensión verbal**. Ésta ha sido estudiada especialmente en el marco de la *comprensión de textos* (Schank y Abelson, 1977; Rumelhart, 1980). La teoría más elaborada hasta el momento es la presentada por Sternberg y Powell (1983), basada en el *aprendizaje del contexto*.

En esta misma línea, ya Werner y Kaplan (1953) y más recientemente Johnson-Laird (1983) señalaron que el significado de las palabras se aprende de dos formas: por **definición explícita** y por medio de la **inferencia contextual** o proceso de inferir el significado de la palabra de su contexto.

Rumelhart (1980), desarrolló un modelo para el proceso de comprensión de la prosa escrita. En una serie de experimentos presentaba a los sujetos una serie de sentencias algo ambiguas que describían un suceso. Después de cada sentencia, se les pedía a los sujetos que describiesen lo que se explicaba en el texto. Aunque Rumelhart no investigó diferencias individuales en sus experimentos, Frederiksen (1981), encontró que los sujetos difieren en el grado en que usan pistas contextuales cuando leen.

Sternberg y Powell (1983), también presentaron una teoría del proceso de la comprensión verbal, basada en el aprendizaje del contexto. Esta teoría tiene tres partes, **pistas contextuales, variables mediadoras y procesos de aprendizaje verbal**. Las pistas contextuales son indicios acerca del significado de la palabra desconocida contenida en el pasaje. Las variables mediadoras intentan especificar cómo las pistas contextuales ayudan al proceso de inferencia en una situación particular. La teoría también hipotetiza tres procesos de aprendizaje verbal: codificación selectiva, combinación selectiva y comparación selectiva.

Partes de la teoría de Sternberg-Powell fueron examinadas en un experimento con estudiantes de secundaria, que debían leer textos que contenían de una a cuatro palabras de muy baja frecuencia, presentadas con diferentes frecuencias a lo largo del texto y con diferentes pistas conceptuales. Se analizó la calidad de las definiciones de las palabras dadas por los estudiantes. Estas calificaciones fueron utilizadas como variables dependientes en ecuaciones de regresión en las que las variables predictoras eran estimaciones de variables hipotetizadas en el modelo. Promediando sobre cuatro tipos de párrafos, las variables del modelo explicaban el 67% de la varianza de las calificaciones. Estas evaluaciones de la



calidad de la definición correlacionaban aproximadamente  $r = .6$  con el CI, así como con tests de vocabulario y de comprensión lectora.

Estos resultados se han utilizado también para explicar la "aparente paradoja" a la que nos referíamos anteriormente, de las correlaciones entre puntuaciones en tests verbales y medidas de C.I. Son consistentes con la hipótesis de Marshalek (1981), de que la capacidad para inferir el significado de las palabras a partir de los contextos en que se encuentran es la causa de las altas correlaciones normalmente observadas entre tests de vocabulario y de razonamiento.

Como puede observarse, las aptitudes tradicionalmente denominadas de Comprensión verbal, normalmente se explican desde los procesos superiores: solapamiento entre vocabulario y razonamiento (Marshalek, 1981; Sternberg y Powell, 1983), o solapamiento entre adquisición de palabras (conceptos), y comprensión lectora (Daalen-Kapteijns y Elshout-Mohr (1981); Rumelhart (1980).

También se ha intentado explicar las aptitudes verbales desde la aproximación denominada "*bottom-up*". En contraste a las aproximaciones anteriores, Hunt y sus colaboradores intentaron aislar los procesos elementales ligados a las diferencias en aptitud, dentro de la aproximación conocida como "*correlatos cognitivos*" (Hunt *et al.*, 1973; Hunt y Lansman, 1975; Hunt *et al.*, 1975, Hunt, 1978). La tarea de emparejamiento de letras de Posner y Mitchell (1967), proporciona un parámetro denominado diferencia NIPI, que representa el tiempo requerido para acceder a algunos aspectos de la memoria léxica. Este parámetro correlaciona aproximadamente 0.30 con medidas de comprensión verbal, lo que sugiere que los sujetos con alta aptitud verbal activan la información léxica de la LTM más rápidamente que los de baja aptitud verbal.

Los resultados parecen independientes del procedimiento experimental utilizado, ya que Goldberg *et al.* (1977), con palabras completas, en vez de letras, llegan a resultados similares. Un resultado parecido es el que obtienen Jackson y McClelland (1979), con un sistema de tarjetas. No obstante, Carroll (1980), discrepó con esta interpretación, sugiriendo que estos resultados deben atribuirse a una dimensión general de **Rapidez**. En esta misma línea, Lansman *et al.* (1982), encontraron que el parámetro NIPI se relaciona más a un factor de rapidez perceptiva que a un factor de aptitud verbal. El trabajo de Schwartz, Griffin y Brown (1983), también soportó la hipótesis de Carroll.

Pensamos que estos resultados serían esperables si estuviésemos evaluando destrezas básicas de procesamiento verbal, ya que factores como la rapidez perceptiva, amplitud de memoria y fluidez verbal representan la eficiencia o rapidez en el procesamiento verbal específico, más que rendimiento en el factor de Comprensión verbal. Un soporte adicional para esta hipótesis viene de que los sujetos altos en aptitud verbal son más capaces que los bajos en mantener la información ordinal en la memoria a corto plazo (Hunt *et al.*, 1975).

Un problema relacionado con estas investigaciones de correlatos cognitivos, es que estas correlaciones medias suelen obtenerse cuando se utilizan muestras



variadas en C.I., pero no así con muestras más homogéneas, como muestra el trabajo de Cerella *et al.* (1986).

Hunt (1985), concluye que la comprensión es un proceso complejo compuesto de muchos subprocesos que van desde actos automáticos e involuntarios de identificación léxica a estrategias planificadas que usan las personas para extraer el significado de los textos. Existen diferencias individuales en todos estos subprocesos que, combinados, constituyen la **Inteligencia verbal**. No hay desacuerdo entre las observaciones de los psicómetras de que la comprensión verbal se comporta estadísticamente como si fuese una aptitud unitaria y la idea de psicólogos experimentales y psicolingüistas de que la comprensión verbal puede ser descompuesta en procesos componentes (Hunt, 1985).

En resumen, la teoría cognitiva ha producido ahora una teoría provisional de la comprensión verbal. Estos procesos además pueden llevarse a medidas psicométricas y suelen apoyar los resultados obtenidos en las investigaciones factoriales.

### 3.4. CONCLUSIONES

De la revisión de las investigaciones anteriores, podemos concluir que el factor tradicionalmente denominado *Comprensión verbal* en los modelos multifactoriales y *Verbal:educativo*, en los tempranos modelos jerárquicos de los factorialistas británicos y más recientemente *Inteligencia cristalizada* o *Gc*, en los modelos jerárquicos actuales, es un factor complejo que puede caracterizarse por dimensiones múltiples, pero fuertemente correlacionadas, lo que pone de relieve, a su vez, su unicidad. Una batería de tests que pretenda medir en su totalidad este factor debería recoger por lo tanto estos múltiples aspectos. Las múltiples tareas que dan lugar a la inteligencia verbal, creemos que podrían agruparse en las siguientes dimensiones:

- Un amplio factor **Semántico** o de conocimiento y comprensión de las palabras y frases, que, hasta cierto punto, domina sobre las restantes dimensiones o factores. Este factor podría representarse mediante tests como las clásicas pruebas de comprensión verbal: antónimos, sinónimos, completar frases, definiciones, comprensión en contexto, ordenación de palabras, comprensión de relatos orales y escritos y en los tests de Información general, extracción de las ideas de un texto, etc. Este factor está representado en gran medida en el CI verbal de los tests de inteligencia general. Es obvio que una eficaz resolución de las tareas planteadas en este tipo de tests, requieren una buena comprensión lectora por parte de los sujetos.

- Un factor **Lingüístico** caracterizado por la comprensión de las estructuras del lenguaje y sus reglas. Este factor puede estar representado en tests de morfología, sintaxis, estructura correcta de frases, corrección gramatical y ortografía.

---

Obviamente, este factor estará muy correlacionado con los conocimientos escolares.

- Un factor de **Razonamiento** sobre materiales verbales, representado por tareas como analogías verbales, relaciones entre conceptos, series, silogismos, metáforas, secuencias de conceptos, etc. Idealmente, este factor de razonamiento puede subdividirse en inductivo y deductivo, aunque como se ha señalado, esta división suele ser difícil en los trabajos empíricos.

- Finalmente, tanto las investigaciones factoriales como las basadas en procesamiento de la información, ponen de relieve la existencia de un factor que tiene que ver con la rapidez de ejecución y/o de procesamiento de la información, y que ha recibido nombres diversos, pero que puede caracterizarse como **Rapidez de clausura verbal**, manifestado en tareas como encontrar palabras, reconocimiento de palabras, verificación rápida de sentencias, etc. Este factor tiene que ver con algunos encontrados en la investigación lectora, como los de reconocimiento de palabras, percepción de unidades de letras, decodificación, comprensión semántica, etc., pero creemos que las tareas implicadas pueden considerarse como parte de los factores anteriores.

Como ya se ha señalado, estos factores estarán muy correlacionados entre sí y especialmente con el factor Semántico. Todas las tareas además dependen de una buena comprensión lectora por parte de los sujetos, ya que versan sobre materiales escritos. Esta dependencia del factor semántico y de la comprensión lectora es especialmente importante en las edades inferiores.

En la investigación empírica presentada en la segunda parte de este trabajo, se desarrollan tests para la medida de los diferentes aspectos componentes de la inteligencia verbal o cristalizada, y se establece como hipótesis que dichas tareas pueden clasificarse en los cuatro factores mencionados.





---

**SECCIÓN II**  
**INVESTIGACIÓN EMPÍRICA**





## OBJETIVOS, HIPÓTESIS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LAS INVESTIGACIONES

### 4.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS GENERALES

La presente investigación tiene como objetivo fundamental determinar la estructura factorial de la tradicionalmente denominada **Comprensión verbal** o en términos más generales, de la **Inteligencia general cristalizada**, expresada a partir de materiales verbales, en edades correspondientes a la escolarización en el final de la Educación Primaria y durante la Educación Secundaria Obligatoria. Paralelamente, se pretende desarrollar una batería de Aptitudes Verbales Diferenciales, que cumpla con las condiciones de fiabilidad y validez exigibles a los instrumentos de evaluación. Como ya se ha señalado en la introducción, el trabajo tiene su origen en las investigaciones desarrolladas dentro del Seminario del Profesor Yela, iniciadas a comienzos de los años setenta. En investigaciones anteriores se encontraron tres factores en el análisis de la **Fluidez verbal**, utilizando procedimientos de análisis factorial exploratorio. Algunas investigaciones tempranas, también realizadas con análisis exploratorios, apuntaban la posibilidad de replicar esta misma estructura factorial en la Comprensión verbal, y según éstas, la Comprensión verbal podría descomponerse en tres factores: **Lingüístico** (conocimiento de reglas del lenguaje), **Semántico** (conocimiento de vocabulario o comprensión), e **Ideativo** (establecimiento de relaciones entre palabras). Inicialmente, este trabajo fue planteado como un intento de establecer con procedimientos de análisis factorial confirmatorio la mencionada estructura. Se realizó una primera investigación con jóvenes de 16-19 años antes de la solicitud de la ayuda del CIDE, que fue la base de la presente investigación.

En esta primera investigación, se planteó inicialmente la mencionada estructura. No obstante, la revisión de otros estudios tanto clásicos como recientes, parecen sugerir otro tipo de estructura factorial alternativa de la comprensión verbal, según la cual este amplio factor podría descomponerse en los siguientes factores:

- Un factor **Semántico o de conocimiento de vocabulario.**
- Un factor de **Razonamiento verbal o relaciones verbales (Razonamiento).**
- Un factor de conocimiento del lenguaje y de sus estructuras, denominado factor **Lingüístico.**

Los trabajos de Pemberton (1952), Mooney (1954), así como los más recientes de Harris y Harris (1971), Guilford y Hoepfner (1971), Messick y French (1975) y Adcock y Weberly (1981), sugieren la existencia de un tercer factor de tipo perceptivo, caracterizado por la **rapidez**, al que podríamos denominar **Clausura verbal.**

La hipótesis que se pretende poner a prueba por lo tanto es la siguiente:

*“La aptitud tradicionalmente conocida como Comprensión verbal no es una aptitud simple, sino que es un constructo de naturaleza multidimensional, que puede descomponerse en cuatro factores que, a su vez, están muy correlacionados, mostrando además la unicidad de dicha aptitud. Los factores son los siguientes:*

- *Conocimiento y manejo de vocabulario o factor Semántico.*
- *Conocimiento de estructuras lingüísticas.*
- *Clausura verbal.*
- *Razonamiento verbal o relaciones verbales.*

La hipótesis principal objeto de esta investigación, se examinará por medio de técnicas de reducción de la dimensionalidad: análisis factoriales exploratorios, análisis de conglomerados y fundamentalmente, con técnicas de análisis factorial confirmatorio, no utilizadas hasta el momento en los estudios revisados.

Nos hubiera gustado incluir algunas pruebas basadas en la aproximación cognitiva a la comprensión verbal, para dar una mayor justificación teórica a los factores. No obstante, este tipo de aproximación requiere la recogida de datos en condiciones de aplicación individual y controladas en laboratorio, lo que resulta muy difícil con poblaciones escolares.

Que el rendimiento en tests mentales es predictivo del éxito en tareas del mundo real es un hecho innegable. El primer y mejor conocido estudio de validez predictiva fue realizado por Terman y sus colaboradores (Terman, 1925; Terman y Oden, 1959). Por otra parte, es también evidente que muchos aspectos del rendimiento parecen depender de aptitudes lingüísticas y de otras capacidades como razonamiento y memoria. Todos los tests utilizados, problemas escolares y exámenes, suponen el conocimiento por parte del sujeto de su lengua nativa en forma escrita, lo que hace que aparezcan grandes diferencias individuales en estos niveles de edad; con adolescentes mayores y otros adultos, la variabilidad en conocimiento del lenguaje se reduce, permitiendo emerger diferenciados claramente otros aspectos específicos del rendimiento, pero no así en los niveles de edad objetivo de esta investigación. Es imprescindible por lo tanto disponer de una **batería de tests** que permita diagnosticar estas aptitudes, cumpliendo con



los requisitos que, como señala Sternberg (1992), necesitan los usuarios de los tests:

1. Que sirvan para **predecir** el rendimiento. El principal uso de los tests de inteligencia ha sido y continúa siendo (Sternberg, 1992), la predicción del rendimiento escolar.

2. Que sean **fiables**.

3. **Fáciles de administrar**.

4. **Fáciles de interpretar**.

5. **Objetividad** en la puntuación.

6. **Eficiencia** de costos.

Sería además deseable que los tests carecieran de sesgos o ventajas para algunas poblaciones, en detrimento de otras (Camilli y Shepard, 1994; Holland y Wainer, 1993); no obstante, en esta investigación no se plantearon estas cuestiones, para las que debería realizarse una investigación específica.

El segundo gran objetivo de la investigación fue construir dos baterías de tests, que permitan poner de relieve los cuatro grandes factores teóricos antes señalados y con los requisitos mencionados, deseables en los tests utilizados en contextos escolares.

## 4.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolla en tres estudios, que se presentan por separado, que intentan cubrir los objetivos e hipótesis mencionadas.

- **Estudio 1:** Investigación acerca de la inteligencia verbal en estudiantes de BUP y COU. Se trata de una investigación preliminar, realizada con tests ya existentes y que marcó la pauta para la investigación principal, objeto de la financiación del CIDE, desarrollada en los otros dos estudios. Esta investigación fue realizada en 1992.

- **Estudio 2:** La inteligencia verbal en estudiantes de 9 a 15 años. En esta investigación se desarrollaron 32 tests, que intentan medir los diferentes aspectos de la inteligencia verbal encontrados en diferentes investigaciones psicométricas. En ella se analizan las propiedades psicométricas de los tests utilizados y como consecuencia, se eliminan algunas pruebas completas, algunos elementos de otras, por considerar que no alcanzaban los mínimos establecidos y otros se retocan. Esta investigación fue realizada de enero a diciembre de 1993 y fue el objeto del primer informe entregado el CIDE.

- **Estudio 3:** El tercer estudio es el que realmente responde a los dos grandes objetivos: determinación de la estructura factorial y validación de la batería, por lo que sus resultados se exponen de forma separada para cada uno de los objetivos. En él, con las pruebas depuradas, se plantearon los objetivos antes expuestos. Este estudio fue realizado de enero a octubre de 1994.



## ESTUDIO 1: LAS APTITUDES VERBALES EN SUJETOS DE BUP

ROSARIO MARTÍNEZ ARIAS  
FRANCISCA FERRE  
RAFAEL SIMÓN

### 5.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS GENERALES

La presente investigación tuvo como objetivo fundamental determinar la **estructura factorial de la tradicionalmente denominada Comprensión verbal**. Como ya se ha señalado en la introducción, el trabajo tiene su origen en las investigaciones desarrolladas dentro del Seminario del Prof. Yela, iniciadas a comienzos de los años setenta. En investigaciones anteriores se encontraron tres factores en el análisis de la **Fluidez verbal**, utilizando procedimientos de análisis factorial exploratorio. Algunas investigaciones tempranas, también realizadas con análisis exploratorios, apuntaban la posibilidad de replicar esta misma estructura factorial en la Comprensión verbal, y según éstas, la Comprensión verbal podría descomponerse en tres factores: **Lingüístico** (conocimiento de reglas del lenguaje), **Semántico** (conocimiento de vocabulario o comprensión) e **Ideativo-Razonamiento** (establecimiento de relaciones lógicas a partir de estímulos verbales). Inicialmente, este trabajo fue planteado como un intento de establecer con procedimientos de análisis factorial confirmatorio la mencionada estructura. Para esta investigación se utilizaron datos de tesis doctorales anteriores, facilitados por los autores Pérez Meléndez de la Universidad de Granada y Simón de la Universidad Complutense de Madrid.

No obstante, la revisión de otros estudios, tanto clásicos como recientes, parecen sugerir otro tipo de estructura factorial de la comprensión verbal, según la cual este amplio factor podría descomponerse en los siguientes factores:

- Un factor de *Conocimiento de lenguaje*.
- Un factor de *Razonamiento verbal o relaciones verbales*.
- Un factor de *Conocimiento de estructuras y reglas de lenguaje*.
- Un factor de *rapidez o Clausura perceptiva sobre materiales verbales*.

La hipótesis que se pretende poner a prueba en esta investigación se refiere a la estructura factorial anterior.



Dicha hipótesis se puso a prueba por medio de técnicas de reducción de la dimensionalidad: análisis factoriales exploratorios y análisis factorial confirmatorio, no utilizadas estas últimas hasta el momento en los estudios revisados.

## 5.2. MÉTODO

### 5.2.1. Sujetos

Se obtuvieron datos sobre un total de 356 sujetos, procedentes de Cantabria (n = 134) y Granada (n = 222), todos ellos estudiantes de secundaria, especialmente de 3º de BUP y de COU.

En cuanto a los sexos, el 52,8% (n = 188), fueron varones y el 47,2% mujeres (n = 168).

La distribución por edades se presenta en la tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Distribución de los sujetos en cuanto a edades**

Edad	Frecuencia	Porcentaje
15	16	4,5
16	44	12,4
17	122	34,3
18	111	31,2
19	41	11,5
20 o más	22	6,2

La media de edades fue 17,525, con una desviación típica de 1,214. Ambas, mediana y moda se encuentran en 17 años.

Con respecto a la *distribución por cursos*, se presenta en la tabla 5.2.

**Tabla 5.2. Distribución de los sujetos por cursos**

Curso	Frecuencia	Porcentaje
Segundo	39	11,0
Tercero	51	14,3
COU	266	74,7

El interés fundamental se encontraba en los sujetos de tercero y COU, edades en las que según los estudios se diferencian ya claramente las aptitudes verbales, de ahí la mayor representación de sujetos en el grupo.

### 5.2.2. Procedimiento

Las pruebas fueron aplicadas todas en la misma sesión y en el mismo orden para todos los sujetos. Este orden se estableció de forma aleatoria, excepto en el caso de las dos pruebas de **palabras camufladas**, que ocuparon el primero y último lugar, para evitar efectos de dependencia. El orden fue el siguiente:

1. Palabras camufladas (alimentos).
2. Fuga de vocales.
3. Silogismos.
4. Frases sin sentido.  
(descanso de 15 minutos).
5. Refranes.
6. Serie de palabras.
7. Ortografía.
8. Palabra que significa lo mismo.
9. Analogías.  
(descanso de 15 minutos).
10. Palabra diferente.
11. Definiciones.
12. Palabras camufladas.

Los aplicadores fueron dos personas diferentes, en función de la zona (Granada, Cantabria).

### 5.3. VARIABLES

Las variables de interés son distintas facetas de la Comprensión verbal, divididas a priori en los 3 factores hipotetizados en los trabajos iniciales: Lingüístico, Ideativo o de Razonamiento y Semántico, 4 ligadas a cada factor.

Puesto que las pruebas pertenecen a investigaciones anteriores y no se presentan en el ANEXO II, a continuación se presenta una descripción de las mismas, para que el lector pueda interpretar mejor los resultados. Los valores de los coeficientes de fiabilidad de cada prueba fueron calculados por medio del *coeficiente  $\alpha$  de consistencia interna* y se presentan entre paréntesis, junto al nombre de la prueba.

## **a. Variables y pruebas correspondientes al factor Lingüístico**

### **1. Frases sin sentido** ( $\alpha = 0,80$ ).

La prueba consta de 35 ítems a resolver durante 6 minutos. En cada ítem se presenta una frase dividida en 4 partes (a, b, c, d). Las frases tienen una incongruencia gramatical en una de las partes y la tarea del sujeto consiste en localizarla y rodear con un círculo la letra correspondiente en la hoja de respuestas. Había la posibilidad de que la frase fuese correcta, en cuyo caso el sujeto debería rodear en la hoja la palabra **BIEN**.

### **2. Ortografía** ( $\alpha = 0,81$ ).

La prueba consta de 50 ítems que el sujeto debe resolver en un tiempo máximo de 10 minutos. Cada ítem representa una frase, dividida en 4 partes (a,b,c,d), en una de las cuales puede existir un error ortográfico. El sujeto debe localizar este error y rodear con un círculo en la hoja de respuestas la letra correspondiente; si no encuentra ningún error, deberá rodear la respuesta **BIEN**.

### **3. Palabras camufladas** ( $\alpha = 0,90$ ).

En varias hojas se le presentan al sujeto renglones en los que hay palabras castellanas de 3, 4 y 5 letras. Durante un tiempo máximo de 7 minutos el sujeto debe localizar estas palabras y encerrarlas en un paréntesis.

### **4. Fuga de vocales** ( $\alpha = 0,81$ ).

Se le presentan al sujeto 52 elementos, que son palabras del castellano a las que le faltan las vocales, que fueron sustituidas por guiones. La tarea del sujeto consiste en escribir las vocales correspondientes encima de los guiones durante un tiempo máximo de 3 minutos.

## **b. Variables y pruebas correspondientes al factor Semántico**

### **1. Definiciones** ( $\alpha = 0,75$ ).

La prueba consta de 37 elementos consistentes en frases que definen o describen una cosa. Debajo de cada frase hay cuatro palabras identificadas con las letras a, b, c y d. La tarea del sujeto consiste en identificar la palabra que mejor se ajusta a la definición. El tiempo es de 8 minutos.

### **2. Palabras que significan lo mismo** ( $\alpha = 0,75$ ).

La prueba consta de 35 elementos en los que se presenta una palabra subrayada y debajo cuatro palabras (a,b,c,d), una de las cuales significa lo mismo o algo muy parecido a la palabra estímulo. La tarea del sujeto consiste en identificar esta palabra, disponiendo de un tiempo máximo de 10 minutos.



### 3. Refranes ( $\alpha = 0,79$ ).

La prueba consta de 29 frases escritas con letras mayúsculas que son refranes castellanos. Debajo de cada una se presentan cuatro frases alternativas (a,b,c,d). La tarea del sujeto, durante un tiempo máximo de 6 minutos, consiste en identificar la frase que mejor describe la idea expresada en la frase estímulo.

### 4. Palabras camufladas: alimentos ( $\alpha = 0,86$ ).

Se le presentan al sujeto varios renglones formados por letras, dentro de los cuales hay palabras que representan alimentos de 3, 4 y 5 letras. La tarea del sujeto consiste en durante un tiempo máximo de 7 minutos, localizar las palabras y encerrarlas en un paréntesis.

## c. Variables y pruebas correspondientes al factor Ideativo.

### 1. Silogismos ( $\alpha = 0,80$ )

En esta prueba se le presentan al sujeto 35 elementos compuestos de tres enunciados cada uno. La tarea del sujeto consiste en decidir si el tercer enunciado es o no correcto, fundándose solamente en las relaciones establecidas entre los dos primeros. El tiempo máximo es de 7 minutos.

### 2. Serie de palabras ( $\alpha = 0,85$ ).

La prueba consta de 38 elementos formados por grupos de palabras ordenadas según un criterio. Debajo de cada grupo se presentan cuatro palabras identificadas con las letras a, b, c y d. La tarea del sujeto consiste en encontrar el criterio de ordenación del grupo y elegir de entre las cuatro palabras que hay debajo las dos que continuarían la serie. Dispone de un tiempo de 12 minutos.

### 3. Analogías verbales ( $\alpha = 0,81$ ).

Esta prueba consta de tres palabras, constituyendo las dos primeras una analogía. La tarea del sujeto consiste en buscar de entre cuatro palabras propuestas, la que formaría una analogía con la tercera. El tiempo es de 9 minutos.

### 4. Palabra diferente ( $\alpha = 0,75$ ).

La prueba consta de 40 elementos formados por series de cuatro palabras; de éstas, una no guarda relación con las tres restantes. La tarea del sujeto consiste en descubrir en cada serie cuál es esta palabra. El tiempo de realización de la prueba es de 8 minutos.

Una vez definidas las variables y los tests en que se operacionalizan, podemos hacer explícita la estructura hipotetizada:

- El factor de *Clausura verbal* estará definido por los tests de *palabras camufladas (alimentos)*, *fuga de vocales* y *palabras camufladas*.

- El factor denominado *Lingüístico* estará definido fundamentalmente por los tests de *frases sin sentido, ortografía, series de palabras y definiciones*.

- El factor denominado *Razonamiento verbal*, estará definido por los tests de *silogismos, palabra que significa lo mismo, analogías y palabra diferente*.

Esta hipótesis se completa con las siguientes anotaciones:

Los anteriores factores estarán definidos fundamentalmente por las pruebas señaladas. No obstante, algunas de las otras pruebas pueden tener en ellos pesos, aunque de menor cuantía, dada la elevada correlación existente entre el rendimiento en tests de contenido verbal. Esto implica que:

Los factores no son independientes, sino que están correlacionados.

#### 5.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Aunque el objetivo del estudio supone la aplicación de análisis factoriales confirmatorios, normalmente, para establecer un modelo teórico, es preciso realizar análisis exploratorios previos, que ayudan a especificar mejor las características del modelo.

Como parte del *estudio exploratorio* se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

Análisis factoriales exploratorios, con diferentes métodos de extracción de los factores:

- Componentes principales.
- Factores principales.
- Máxima verosimilitud.

Y dos procedimientos de rotación:

- Ortogonal (procedimiento varimax).
- Oblicua (procedimiento oblimin).

Dada la naturaleza exploratoria de los análisis, se obtuvieron resultados con distinto número de factores, en busca de la solución de mejor interpretación. Los análisis factoriales exploratorios fueron realizados con los programas BMDP4M del BMDP y FACTOR del SPSS-X.

Análisis de conglomerados de variables.

En un intento de una mejor formulación del modelo teórico, se realizaron agrupamientos de las variables con otro procedimiento descriptivo diferente al análisis factorial, el análisis de conglomerados. En éste, se forman los grupos a partir de la semejanza entre las variables manifestada por su distancia euclídea. Se utilizó el programa CLUSTER del paquete SPSS. Se utilizaron las correlaciones entre las variables como medida de la similaridad.

Los *análisis factoriales confirmatorios* se realizaron todos con el programa **LIS-REL 7** (Jöreskog y Sörbom, 1989).

No se presentan aquí los resultados de todos los análisis ya que no es esta la investigación principal del estudio. En todos los casos, se hace referencia a las variables según las siglas presentadas en la tabla 5.3.

**Tabla 5.3. Siglas correspondientes a los diferentes tests**

Palabra camuflada (alimentos) .....	PCAL
Fuga de vocales .....	FV
Silogismos .....	SIL
Frases sin sentido .....	FSS
Refranes .....	REFR
Serie de palabras .....	SP
Ortografía .....	ORTO
Palabra que significa lo mismo .....	PLM
Analogías .....	ANAL
Palabra diferente .....	PD
Definiciones .....	DEF
Palabra camuflada .....	PC

## 5.5. RESULTADOS

En la tabla 4 se presentan los estadísticos univariantes obtenidos con las 12 variables.

**Tabla 5.4. Estadísticos univariantes de las 12 variables de Comprensión verbal. N = 356**

Variable	Media	ET	Mediana	DT	S	K
PCAL	19,600	0,395	19,000	7,460	0,751	1,951
FV	20,728	0,510	18,000	9,615	1,550	4,879
SIL	14,506	0,343	14,000	6,472	0,152	-0,717
FSS	18,725	0,250	19,000	4,711	-0,010	-0,513
REFR	11,829	0,210	12,000	3,955	0,494	0,397
SP	15,801	0,287	16,000	5,420	0,788	5,105
ORTO	29,076	0,366	29,000	6,903	-0,355	-0,052
PLM	21,022	0,375	20,000	7,080	0,441	0,010
ANAL	30,893	0,280	32,000	5,289	-1,561	4,282
PD	27,770	0,245	29,000	4,615	-2,038	7,416
DEF	21,284	0,245	21,500	4,632	-0,166	2,440
PC	37,025	0,568	36,000	10,711	0,105	0,220



Dados los elevados valores de sesgo y curtosis encontrados en algunas de las pruebas, se realizaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov para poner a prueba la hipótesis de normalidad de las distribuciones. Tomando como nivel de significación el valor  $\alpha = 0,01$  para rechazar la hipótesis de normalidad, se rechazó esta en las siguientes variables:

- Palabra camuflada (alimentos).
- Fuga de vocales.
- Refranes.
- Analogías.
- Palabra diferente.

Se realizaron diversos análisis factoriales exploratorios, con los procedimientos ya señalados anteriormente, con la doble finalidad de comparar nuestros resultados con los de otros estudios anteriores en los que se utilizó esta técnica y para formular de forma más adecuada los modelos factoriales confirmatorios, objetivo fundamental de la investigación.

Aunque el procedimiento tradicional en el análisis de la estructura de las aptitudes, resulta interesante examinar los resultados obtenidos con otras técnicas de reducción de la dimensionalidad. Por este motivo, y con el objetivo fundamental de mejorar los ajustes de los modelos, se analizaron las matrices de correlaciones por medio del *análisis de conglomerados*. Como en el caso del análisis factorial, bajo este nombre se encuentran un conjunto de diversas técnicas, basadas en la similaridad entre objetos o variables, según el caso, y que no conducen necesariamente a los mismos resultados. Por este motivo, incluimos los resultados obtenidos por diversos procedimientos de aglomeración, usando en todos los casos el coeficiente de correlación como medida de la similaridad entre las variables.

En las páginas que siguen se presentan los resultados obtenidos por medio de estos dos tipos de técnicas de reducción de la dimensionalidad, presentando en primer lugar los análisis factoriales y seguidamente los del análisis de conglomerados.

#### **5.4.1. Resultados de los análisis factoriales exploratorios**

Con objeto de replicar otros estudios previos realizados en el contexto de las aptitudes verbales y para la formulación posterior de modelos confirmatorios, se realizaron varios análisis factoriales exploratorios, con diversos procedimientos de extracción de factores y de rotación de los mismos, así como con distinto número de factores.

#### 5.4.1.1. Estadísticos iniciales

Los primeros análisis factoriales, sin determinación previa del número de factores, aconsejan una estructura de tres factores para explicar las intercorrelaciones entre los 12 tests de comprensión verbal, si nos guiamos por el criterio de Kaiser (1958) del autovalor mayor que 1. No obstante, el autovalor correspondiente al cuarto componente está próximo a la unidad.

En la tabla 5.5 se presentan los estadísticos iniciales resultantes del análisis de la matriz.

**Tabla 5.5. Estadísticos iniciales de la factorización**

<b>Factor</b>	<b>Autovalor</b>	<b>% de Varianza</b>	<b>% acumulado</b>
1	4,11369	34,3	34,3
2	1,66633	13,9	48,2
3	1,00056	8,3	56,5
4	0,92279	7,7	64,2
5	0,79873	6,7	70,9
6	0,63417	5,3	76,1
7	0,60724	5,1	81,2
8	0,53187	4,4	85,6
9	0,51011	4,3	89,9
10	0,44216	3,7	93,6
11	0,41314	3,5	97,0
12	0,35801	3,0	100,0

#### 5.4.1.2. Análisis factoriales con tres factores

A continuación se procedió a la extracción de **tres factores**, según el criterio de Kaiser, por tres métodos: Componentes principales, Factores principales y Máxima verosimilitud, seguida en todos los casos por una rotación **Ortogonal**, que mantiene la independencia de los factores, por el procedimiento **Vari-max**. Presentamos únicamente los resultados obtenidos con Componentes principales. En la tabla 5.6 se presentan la matriz factorial rotada con el procedimiento de **Componentes principales**. En ésta y en las siguientes tablas se eliminan las saturaciones inferiores a 0,25, para mayor claridad en la interpretación.

**Tabla 5.6. Componentes principales. Rotación varimax**

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Comunalidad
Silogismos	0,80522	—	—	0,67106
Homónimos	0,76961	—	—	0,64793
Refranes	0,67481	—	—	0,56013
Analogías	0,62942	—	0,44511	0,59673
Palabra camuflada(alimento)	—	0,81270	—	0,67654
Fuga de vocales	—	0,73439	—	0,55302
Palabra camuflada	0,27470	0,63289	—	0,47670
Ortografía	0,24997	0,57324	0,26849	0,46318
Frases sin sentido	0,36785	0,47020	—	0,38502
Palabra diferente	—	—	0,77773	0,65595
Definiciones	—	0,25810	0,76200	0,65346
Serie de palabras	0,31282	0,38596	0,44049	0,47670

El conjunto de los tres factores explicaría un 56,5% de la varianza total.

Examinando las saturaciones de la tabla 5.6, podemos intentar interpretar los componentes extraídos, después de la rotación.

El primer factor puede interpretarse como un factor de **Razonamiento o de relaciones verbales**, tal como se había hipotetizado. Contra las hipótesis formuladas, el segundo factor resulta una mezcla de **Clausura verbal** y de **Conocimiento de lenguaje**. Por último, el tercer factor resulta de difícil interpretación. Dos tests, uno de Conocimiento de lenguaje (DEF) y otro de Razonamiento (PD) tienen en él elevadas saturaciones.

Los resultados obtenidos con el método de factores principales fueron similares a los anteriores, aunque se aclara ligeramente el tercer factor, que parece revelar un segundo factor de Razonamiento, formado por PD y en menor medida por ANAL., que satura con más intensidad en el primer factor. Resultados similares en cuanto al patrón de saturaciones, se obtuvieron con el procedimiento de factorización de Máxima verosimilitud.

En un intento de encontrar una estructura que facilitase la interpretación de los datos, se creyó conveniente llevar a cabo una rotación **oblicua**, que permite la correlación entre los factores, lo que en este caso es correcto, dada la naturaleza de las variables bajo estudio, todas ellas ligadas a la comprensión verbal. Para los mismos tres métodos de factorización anteriores, se llevó a cabo una rotación **Oblimin**. Se aplicaron los tres métodos de factorización antes señalados, seguidos todos ellos de una rotación OBLIMIN. Los resultados son en general coincidentes. Presentamos únicamente la solución de Componentes principales, por ser ésta la presentada en los restantes estudios de la investigación. La tabla presentada es la correspondiente a la **Matriz patrón**.



**Tabla 5.7. Componentes principales. Rotación Oblimin**

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Comunalidad
Palabra camuflada (alim.)	—	0,86124	—	0,67654
Fuga de vocales	—	0,74012	—	0,55302
Silogismos	0,86170	—	—	0,67106
Frases sin sentido	0,29363	0,41759	—	0,38502
Refranes	0,66022	—	—	0,56013
Serie de palabras	—	0,31625	0,39038	0,44086
Ortografía	—	0,53374	—	0,46318
Homónimos	0,78445	—	—	0,64793
Analogías	0,59545	—	0,35515	0,59673
Palabra diferente	—	—	0,80041	0,65595
Definiciones	—	—	0,79819	0,65346
Palabra camuflada	—	0,61189	—	0,47670

La matriz de intercorrelaciones entre los factores se presenta en la tabla 5.8.

**Tabla 5.8. Matriz de intercorrelaciones entre factores. Método PCA**

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
<b>Factor 1</b>	1,0000		
<b>Factor 2</b>	0,28582	1,0000	
<b>Factor 3</b>	0,40491	.20437	1,0000

En general, los resultados de la rotación oblicua definen mejor el Razonamiento. Sin embargo, el factor que aglutinaba Conocimiento del lenguaje con Clausura verbal, ahora se define más claramente como de clausura verbal. Los tests que teóricamente miden conocimiento del lenguaje, dispersan ahora sus saturaciones por los tres factores.

Destaca la elevada correlación entre los factores 1 y 3 en todas las soluciones.

#### 5.4.2. Análisis factoriales con cuatro factores

En un intento de lograr los factores hipotetizados y teniendo en cuenta la perturbación en la estructura creada sobre todo por Palabra diferente, se procedió a realizar análisis factoriales demandando 4 factores.

Para no alargar excesivamente el texto, presentamos únicamente las soluciones obtenidas con el procedimiento de extracción de MV, con rotaciones ortogonal y oblicua, por ser esta la estructura de interpretación más clara en este caso. No se repiten aquí los estadísticos iniciales por ser los mismos ya presentados. En la tabla 10 puede observarse que una solución con 4 factores explicaría el **64,2%** de la varianza total.

**Tabla 5.9. Máxima Verosimilitud. Rotación Varimax. 4 factores**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>	<b>Comunalidad</b>
PCAL	—	0,85366	—	—	0,76030
FV	—	0,45731	0,38760	—	0,38040
SIL	0,67003	—	—	—	0,49175
FSS	0,28791	—	0,48976	—	0,35794
REFR	0,56124	—	0,34174	—	0,45824
SP	0,28985	—	0,48994	—	0,37405
ORTO	—	0,31683	0,45930	—	0,36923
PLM	0,67981	—	0,28009	—	0,55297
ANAL	0,57324	—	—	0,34108	0,47544
PD	0,20894	—	—	0,96505	0,99000
DEF	—	—	0,54751	0,24588	0,38901
PC	0,28689	0,57259	—	—	0,43273

Calculada la significación estadística de la solución de cuatro factores, se obtuvo un valor para chi-cuadrado de 46,9922, con 24 g.l. La solución de cuatro factores es estadísticamente significativa con  $p = .0034$ . Efectivamente, la solución de cuatro factores parece mucho más interpretable. Con la rotación ortogonal presentada en la tabla 10, el primer factor parece claramente un factor de **Razonamiento verbal**, el segundo factor de **Clausura verbal**, el tercero de **Conocimiento de lenguaje** y por último, el cuarto, un segundo factor de **Razonamiento**.

En la tabla 5.10 se presenta la matriz patrón, resultado de la rotación oblimin.

**Tabla 5.10. Máxima Verosimilitud. Rotación Oblimin. 4 factores**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
PCAL	—	0,88144	—	—
FV	—	0,36388	—	0,35850
SIL	—	—	0,71407	—
FSS	—	—	—	0,48818
REFR	—	—	0,51886	—
SP	—	—	—	0,48238
ORTO	—	—	—	0,43828
PLM	—	—	0,68501	—
ANAL	0,26806	—	0,56081	—
PD	0,96013	—	—	—
DEF	—	—	—	0,61553
PC	—	0,57223	—	—

Como puede observarse, los resultados en cuanto a la composición de los factores son muy similares a los obtenidos con la rotación ortogonal. Aparecen ahora sin embargo más claramente definidos. El factor 1 solamente recoge una variable con elevada saturación, Palabra diferente y una saturación baja de Analogías.

En la tabla 5.11 se presenta la matriz de correlaciones entre los factores.

**Tabla 5.11. Correlaciones entre los factores**

	<b>FACTOR 1</b>	<b>FACTOR 2</b>	<b>FACTOR 3</b>	<b>FACTOR 4</b>
<b>FACTOR 1</b>	1,00000			
<b>FACTOR 2</b>	-0,08685	1,00000		
<b>FACTOR 3</b>	0,25075	0,23380	1,00000	
<b>FACTOR 4</b>	0,18777	0,42556	0,55591	1,00000

### 5.4.3. Resultados del análisis de conglomerados

Siguiendo en el intento de encontrar una agrupación de las variables válida para servir como hipótesis al modelo de análisis confirmatorio, se realizaron varios análisis de conglomerados de las variables, tomando como medida de similitud las correlaciones. Se realizaron análisis con distintos métodos de



agrupamiento. Se obtuvieron soluciones con 2, 3 y 4 conglomerados. Se realizaron análisis con distintos procedimientos de aglomeración: *Promedio entre grupos* (*Average linkage between groups*); *Promedio intragrupos* (*Average linkage within groups*) y *Complete linkage*.

El primero de los métodos intenta maximizar las diferencias entre grupos, el segundo minimizar la variación intragrupos. Ambos métodos calculan el promedio de la similaridad del caso bajo consideración (variable en nuestro caso) con todos los casos del conglomerado existente y junta aquel caso cuyo nivel medio de similaridad es mayor. El tercer método (*complete linkage*) establece un nivel mínimo de similaridad del caso con todos los elementos del cluster ya existente. Presentamos únicamente los resultados del primero de los procedimientos.

En la tabla 5.12 se presenta el agrupamiento de las variables, según el número de conglomerados.

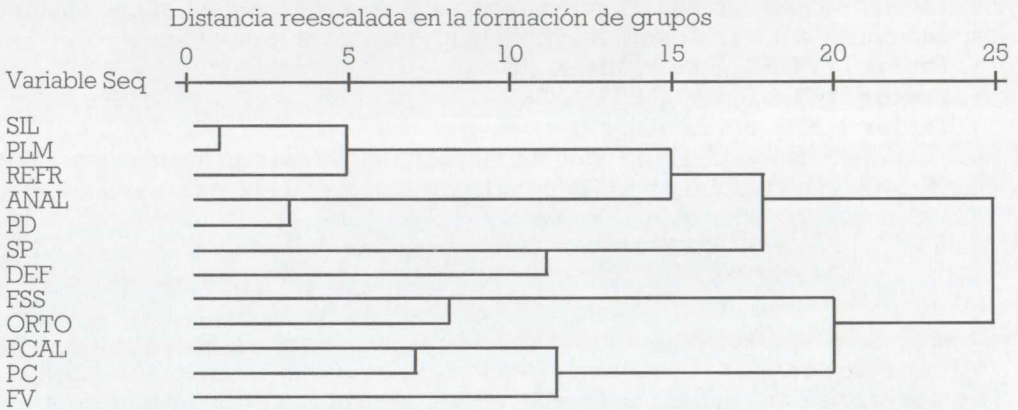
**Tabla 5.12. Agrupamiento de variables y conglomerados (Promedio entre grupos)**

	Número de Conglomerados		
	S.4	S.3	S.2
Variable	4	3	2
PCAL	1	1	1
FV	1	1	1
SIL	2	2	2
FSS	3	3	1
REFR	2	2	2
SP	4	2	2
ORTO	3	3	1
PLM	2	2	2
ANAL	2	2	2
PD	2	2	2
DEF	4	2	2
PC	1	1	1

En la figura 1 se presenta el Dendrograma de la formación de los conglomerados con este método.

Las distancias están reescaladas a una escala de 0 a 25.

**Figura 1. Dendrograma obtenido con el método promedio entre grupos**



Si analizamos la solución de tres grupos, vemos cómo aparecen claramente los tres conjuntos de variables hipotetizados:

- Clausura verbal: PCAL, PC y FV (conglomerado 1).
- Razonamiento verbal: SIL, PLM, REFR, ANAL, PD y SP (conglomerado 2).
- Conocimiento del lenguaje: ORTO, FSS (conglomerado 3).

Si optamos por la solución de 4 conglomerados se mantienen invariantes los conglomerados de clausura verbal y de conocimiento del lenguaje, dividiéndose en 2 el segundo, pasando ahora a formar parte del cuarto conglomerado dos variables que tienen menos relación con el razonamiento, como son definiciones y series de palabras. Si observamos el Dendrograma se encuentran entre el factor de razonamiento y el de conocimiento del lenguaje.

## 5.5. ANÁLISIS FACTORIALES CONFIRMATORIOS

En primer lugar se intentó validar la estructura trifactorial hipotetizada en los estudios de la **Fluidez verbal**. Como se recordará, esta hipótesis plantea la existencia de tres factores: **Lingüístico, Semántico e Ideativo**.

Este modelo fue especificado y procesado con el programa LISREL7 (Jöreskog y Sörbom, 1989) y falló el test de admisibilidad, por no ser la matriz de información definida positiva. No podemos por lo tanto ofrecer datos de ajuste de los parámetros. Un indicador del pobre ajuste, además del ya citado test de admisibilidad, es el valor de la correlación múltiple al cuadrado para las variables observadas, de 0,579, siendo sus valores habituales en modelos bien ajustados, superiores a 0,90.

Se hicieron varios intentos de modificación del modelo basados en los estudios exploratorios, fallando siempre el test de admisibilidad ante las pequeñas modificaciones. La modificación del modelo que superó el test, representa un cambio considerable respecto del modelo original y fue la siguiente:

- **Factor 1: PCAL, REFR, PLM, PC.**
- **Factor 2: PCAL, FV, ORTO, FSS.**
- **Factor 3: SIL, SP, ANAL, PD.**

No exponemos los resultados del modelo con detalle, ya que los resultados del ajuste revelaban un pobre modelo, como indican los siguientes estadísticos:

Chi-Sq (49)	=	205,49 (p < 0,000)
Chi-Sq/g.l	=	4,1936 > 2
GFI	=	0,910
AGFI	=	0,857
RMR	=	0,067

Aunque no consideremos el valor de Chi-Sq por las limitaciones señaladas en la parte teórica del trabajo, los restantes índices también ponen de relieve un pobre ajuste.

Parece que la estructura factorial establecida con procedimientos exploratorios para la Fluidez verbal, no se ajusta a la Comprensión. Este resultado no nos resulta sorprendente, ya que aunque están correlacionados, por operar ambos sobre contenidos verbales, la primera requiere producción o generación de ideas, mientras que la segunda puede considerarse más ligada a la inteligencia general cristalizada. Por lo tanto es bastante plausible pensar que los mecanismos subyacentes a ambos factores difieran considerablemente.

En segundo lugar se estableció **un modelo trifactorial de la hipótesis de la investigación.**

En la formulación de las hipótesis formulamos otra estructura diferente en la que se agruparían los tests de comprensión verbal. Según ésta, el conjunto de tests de comprensión verbal utilizados puede explicarse por tres factores, que son los siguientes:

- **Factor 1: Clausura verbal.** Este test vendrá definido por tests de rapidez, en los que el proceso subyacente a su solución es fundamentalmente perceptivo. Encontrar rápidamente una palabra, supone también un cierto conocimiento lingüístico, por lo que el factor no será independiente de los demás. Los tests que lo definen son fundamentalmente: **PCAL, PC y FV.**

- **Factor 2: Conocimiento del lenguaje.** Este factor vendrá definido por tests que suponen un conocimiento de las reglas del lenguaje y su significado. Estará definido por los tests: **FSS, SP, ORTO y DEF.**

El test PLM, aunque supone conocimiento de vocabulario, es un test difícil que por el tipo de estímulo y respuesta viene mejor definido por relaciones verbales. Por este motivo no se incluye en este factor. Otros tests típicos de Comprensión verbal, sí formarían parte del factor.



- **Factor 3: Razonamiento o descubrimiento de relaciones verbales.**  
Este factor estará definido por los tests de: **SIL, REFR, PLM, ANAL, PD.**

Aunque los resultados de los diversos tipos de análisis exploratorios (análisis factoriales, análisis de conglomerados, regresión múltiple, etc.) ya nos habían sugerido la necesidad de introducir modificaciones a este modelo, para el conjunto de tests utilizados, se procedió a probar su ajuste a los datos.

El modelo definido tendrá las siguientes características:

1. Tres factores: CV, CL y RV.
2. Los tres factores están correlacionados.
3. Algunos de los tests que definen un factor, pueden tener saturaciones menores en otros factores.
4. Las variables observadas, tests, tienen un componente único,  $\delta$ , que subsume también el error de medida.
5. Los componentes que recogen los errores de medida y la unicidad ( $\delta$ ), son estadísticamente independientes entre sí y con los factores comunes.

Exponemos a continuación los principales resultados obtenidos con este modelo. En la tabla 5.13 se presentan los estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo.

El modelo presentó problemas de admisibilidad de la solución, y examinados los indicadores problemáticos, éstos aconsejaron la supresión de la variable PD, que como se recordará presentaba valores de sesgo y curtosis demasiado elevados. Por lo tanto los resultados expuestos a continuación se refieren a 11 variables, excluida PD.

**Tabla 5.13. Estimadores de Máxima verosimilitud**

Solución estandarizada Matriz LAMBDA X			
<b>Variab</b> les	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>
PCAL	1,428	—	-0,490
FV	0,558	—	—
SIL	—	0,672	—
FSS	—	0,000	0,729
REFR	—	0,687	—
SP	—	0,284	0,206
ORTO	0,183	—	0,490
PLM	—	0,744	—
ANAL	—	0,610	—
DEF	—	—	0,337
PC	0,602	—	—

El valor 1,428 es compatible con la teoría, puesto que como ya se ha observado en la introducción teórica, los valores de esta matriz no son correlaciones, sino pesos de regresión. En la tabla 5.14. se presentan los valores de  $\emptyset$  o correlaciones entre los factores.

**Tabla 5.14. Matriz  $\emptyset$**

	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>
<b>TAU 1</b>	1,000		
<b>TAU 2</b>	0,583	1,000	
<b>TAU 3</b>	0,772	0,644	1,000

En la tabla 5.15 se presentan las covarianzas (correlaciones por tratarse de una solución completamente estandarizada) de las variables con los factores, que son equivalentes a las **saturaciones** del modelo factorial. La equivalencia es con las de la matriz estructura en los modelos oblicuos o correlacionados.

Puede observarse cómo las variables tienen saturaciones más altas en aquellos factores previstos por el modelo. No obstante, también exhiben elevadas correlaciones con los otros factores. Esto se debe a que la matriz estructura de saturaciones refleja tanto los efectos directos de cada variable recibidos de su factor, como los indirectos de los otros factores, a través de sus mutuas correlaciones. Estos son altos debido a los elevados valores de  $\emptyset$ .

**Tabla 5.15. Correlaciones de las variables y factores**

<b>Variables</b>	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>
PCAL	0,798	0,086	0,334
FV	0,558	0,325	0,672
SIL	0,392	0,672	0,433
FSS	0,500	0,433	0,681
REFR	0,400	0,687	0,443
SP	0,477	0,505	0,506
ORTO	0,566	0,425	0,635
PLM	0,434	0,744	0,479
ANAL	0,355	0,610	0,393
DEF	0,374	0,412	0,463
PC	0,602	0,351	0,465

Los estadísticos de ajuste del modelo son los siguientes:

$$\text{Chi-Sq (34)} = 69,79 \quad (p < 0,000)$$

$$\text{Chi-Sq/g.l} = 2,05 = 2$$

GFI	=	0,967
AGFI	=	0,936
RMR	=	0,038

El estadístico chi-sq es significativo; no obstante, como hemos señalado, no es recomendable su uso para evaluar el grado de ajuste del modelo por las razones ya señaladas. Si consideramos la razón chi-sq/g.l. puede observarse que se encuentra dentro de los límites recomendados.

El estadístico GFI (cuyo valor máximo es 1), alcanza un valor que revela un buen ajuste del modelo; además, al corregirlo por el efecto de los grados de libertad en AGFI sigue manteniendo un elevado valor. Por último, la RMR es muy baja, un 3,8% de error. Parece que el modelo tiene un buen ajuste.

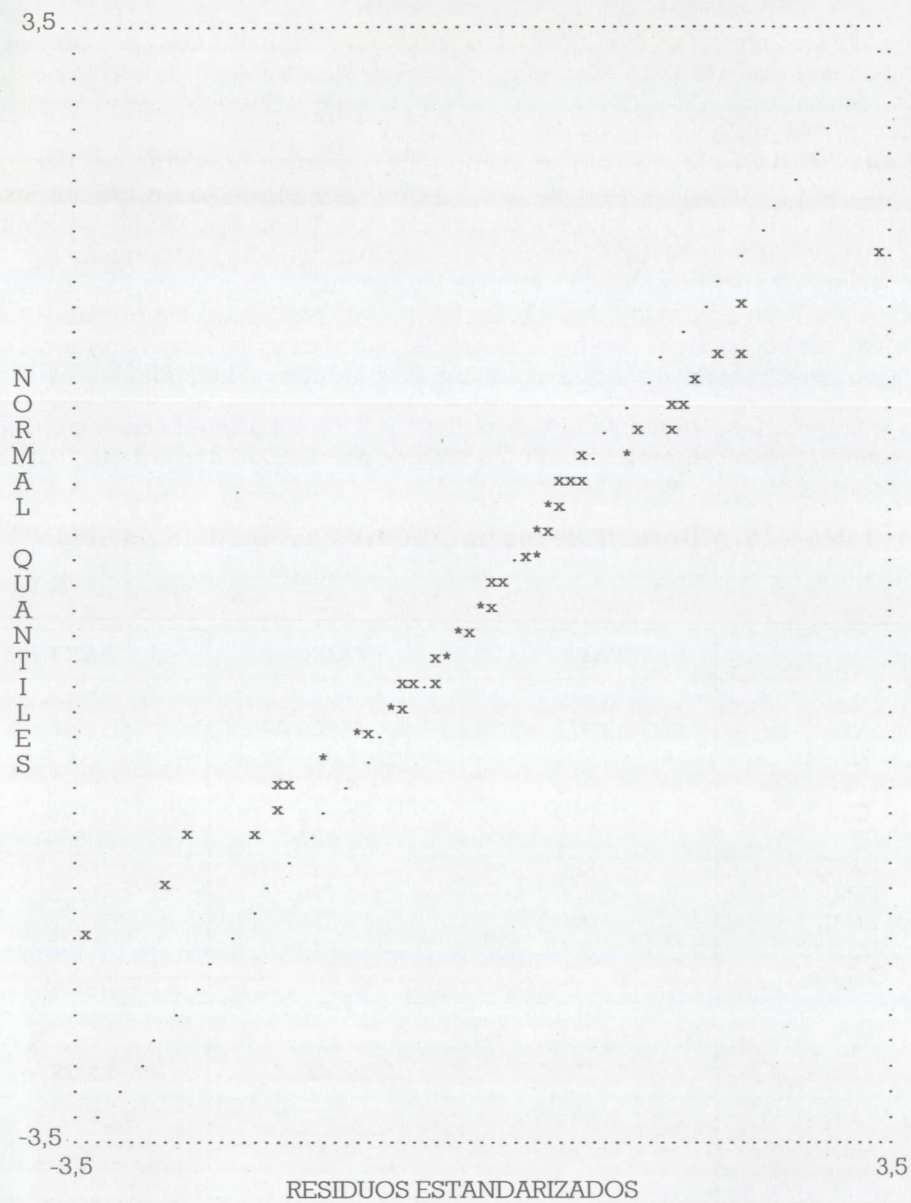
En la figura 2 se presenta el Q-Plot de los residuos estandarizados. El gráfico también revela un aparente buen ajuste del modelo hipotético. No obstante, todos los anteriores indicadores de ajuste lo son del ajuste global. Examinaremos a continuación ciertos estadísticos que examinan los parámetros individuales.

En la tabla 5.16 se presentan los estadísticos T para cada uno de los parámetros estimados. En general, los valores superiores a 2,000 son estadísticamente significativos.

**Tabla 5.16. Valores T de los parámetros del modelo ajustado**

LAMBDA X			
	TAU1	TAU2	TAU3
PCAL	3,757	-2,834	-1,263
FV	9,973	0,000	0,000
SIL	0,000	12,988	0,000
FSS	-0,305	0,000	3,966
REFR	0,000	13,349	0,000
SP	1,591	3,427	1,639
ORTO	1,280	0,000	3,632
PLM	0,000	14,779	0,000
ANAL	0,000	11,511	0,000
DEF	0,000	2,148	3,489
PC	10,696	0,000	0,000
PHI			
	TAU1	TAU2	TAU3
TAU1	0,000		
TAU2	8,251	0,000	
TAU3	6,165	9,837	0,000



**Figura 2. Q-PLOT de residuos estandarizados**

Los valores T permiten confirmar mejor la estructura del modelo hipotetizado: en el primer factor, únicamente saturan significativamente las variables previstas en la hipótesis: PCAL, FV y PC.

Algo similar sucede en el segundo factor, donde alcanzan pesos estadísticamente significativos las variables de **Razonamiento** o **Descubrimiento de relaciones verbales**: SIL, REFR, SP, PLM, ANAL, con pequeño peso, significativo, de DEF y PCAL.

En el tercer factor tienen pesos estadísticamente significativos tres de las variables que suponíamos formaban el factor de **Conocimientos del lenguaje**: FSS, ORTO y DEF. La variable SP hipotetizada en este factor, recibe más peso del **Factor de razonamiento**.

Por último, en la tabla 18 se presentan las correlaciones múltiples al cuadrado para las variables observadas.

La correlación múltiple al cuadrado es un indicador de la fiabilidad de cada medida observada con respecto a su constructo (factor) hipotetizado.

El coeficiente de determinación es un indicador del grado en que las variables observadas en conjunto sirven para la medida de todas las variables latentes conjuntamente.

**Tabla 5.17. Correlaciones múltiples al cuadrado de las variables X**

<b>PCAL</b>	<b>FV</b>	<b>SIL</b>	<b>FSS</b>	<b>REFR</b>	<b>SP</b>
0,939	0,311	0,452	0,465	0,472	0,320
<b>ORTO</b>	<b>PLM</b>	<b>ANAL</b>	<b>DEF</b>	<b>PC</b>	
0,418	0,554	0,372	0,236	0,363	

El coeficiente de determinación para el conjunto de las variables observadas es de **0,993**.

Los análisis factoriales exploratorios, así como los análisis de conglomerados, sugerían un modelo compatible con el de nuestra hipótesis, pero con algunas modificaciones. La modificación fundamental es la que se refiere a la introducción de un cuarto factor en el modelo, producto del desdoblamiento del factor de **Razonamiento o relaciones verbales** en dos.

Nuestra hipótesis inicial sobre la composición de los factores, junto con las lecciones extraídas de los análisis exploratorios y de algunos confirmatorios previos, así como los valores de los índices de modificación, nos llevaron a proponer el modelo de la figura 3, incluyendo también la variable PD, antes excluida.

El modelo asume cuatro factores, con correlaciones elevadas entre ellos e independencia entre los términos error y de estos con los factores comunes.

En la tabla 5.18 se presenta la solución estandarizada obtenida para el modelo de la figura 3.

**Tabla 5.18. Estimaciones MV de los parámetros del modelo**

LAMBDA X					
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>	
PCAL	0,893	0,000	0,000	-0,311	
FV	0,350	0,427	0,000	-0,199	
SIL	0,000	0,000	0,673	0,000	
FSS	0,000	0,613	0,000	0,000	
REFR	0,000	0,000	0,693	0,000	
SP	0,000	0,450	0,192	0,000	
ORTO	0,166	0,527	0,000	0,000	
PLM	0,000	0,000	0,746	0,000	
ANAL	0,000	0,000	0,000	0,841	
PD	0,000	0,000	0,000	0,562	
DEF	0,000	0,435	0,000	0,154	
PC	0,614	0,000	0,000	0,137	
PHI					
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>	
KSI 1	1,000				
KSI 2	0,545	1,000			
KSI 3	0,371	0,695	1,000		
KSI 4	0,275	0,536	0,765	1,000	
THETA DELTA					
<b>PCAL</b>	<b>FV</b>	<b>SIL</b>	<b>FSS</b>	<b>REFR</b>	<b>SP</b>
0,247	0,604	0,545	0,627	0,521	0,644
<b>ORTO</b>	<b>PLM</b>	<b>ANAL</b>	<b>PD</b>	<b>DEF</b>	<b>PC</b>
0,597	0,437	0,392	0,598	0,721	0,566

Los estadísticos de bondad de ajuste obtenidos para el modelo son los siguientes:

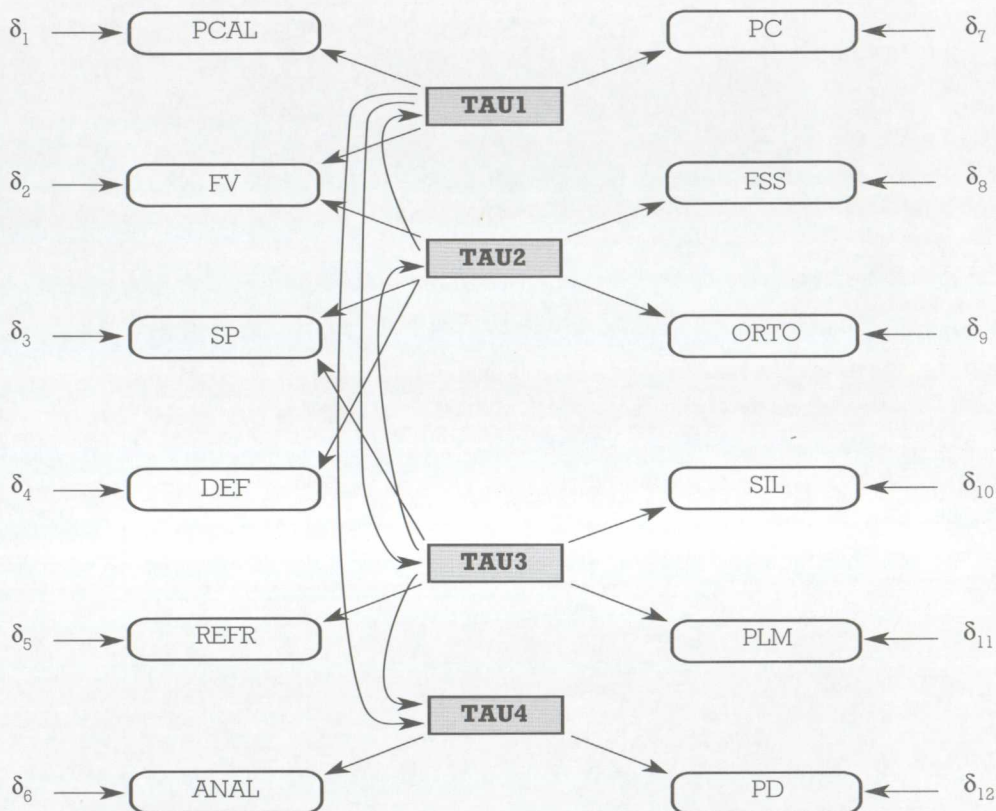
Chi-Sq. con 41 g.l. = 86,18 (p = .000)

Chi-SQ/g.l. = 2,10



GFI	=	0,961
AGFI	=	0,926
RMR	=	0,036

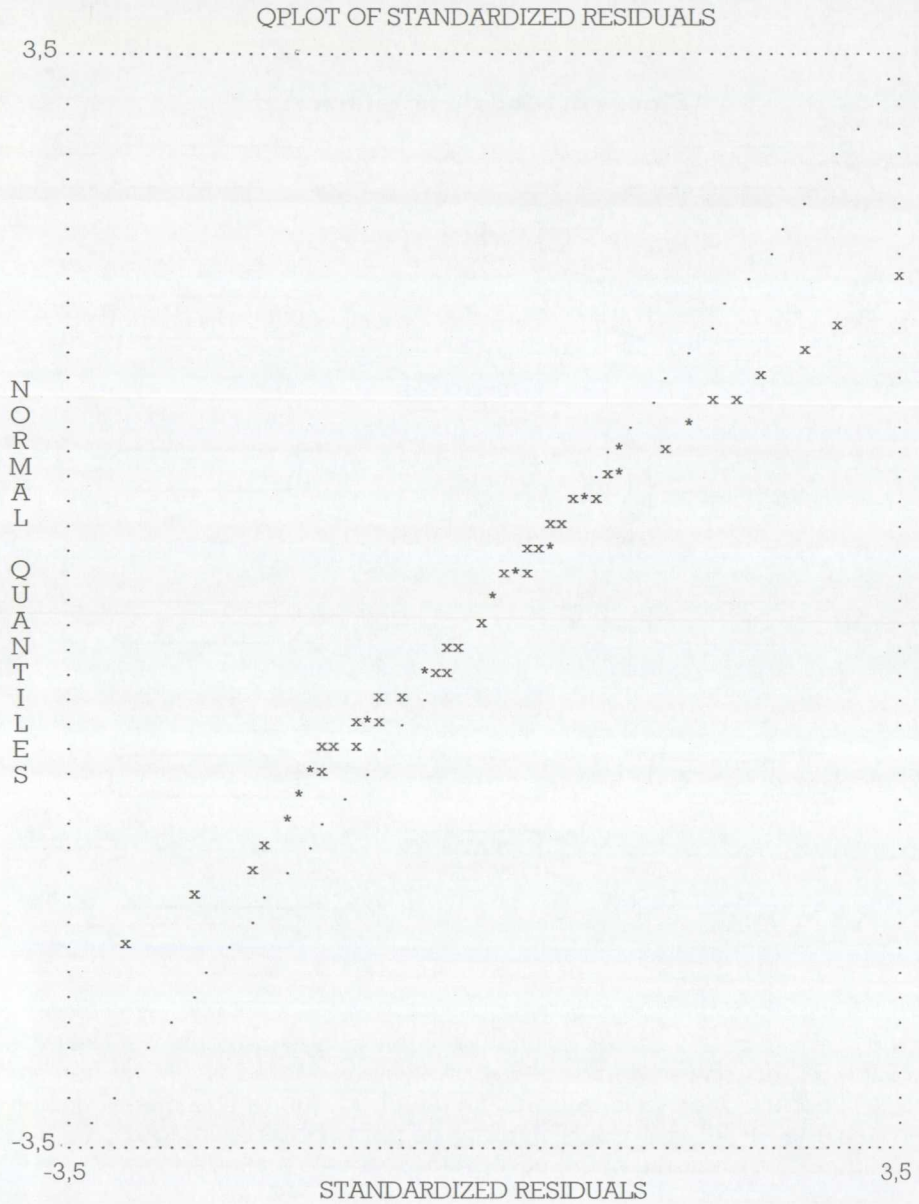
**Figura 3. Modelo tetrafactorial**



Como puede observarse, los estadísticos que establecen el ajuste del modelo a los datos se encuentran dentro de los niveles considerados de un buen ajuste. Destaca la escasa diferencia entre GFI y AGFI, lo que indica que el ajuste del modelo no está "abultado" por el número de parámetros estimado.

En la figura 4 se presenta el Q-PLOT de los residuos estandarizados.

**Figura 4. Q-PLOT de los residuos estandarizados del modelo tetrafactorial**



El examen del gráfico también pone de relieve el buen ajuste del modelo, ya que se desvía sólo ligeramente de la diagonal. Los estadísticos e indicadores anteriores son para el modelo global; veremos a continuación los estadísticos para los parámetros individuales del modelo.

En la tabla 15.19 se presenta los valores **T** para la significación estadística de los parámetros individuales del modelo. Más adelante también se presentan los valores de los índices de modificación.

**Tabla 15.19. Valores T de los parámetros individuales**

LAMBDA X					
	<b>KSI 1</b>	<b>KSI 2</b>	<b>KSI 3</b>	<b>KSI 4</b>	
PCAL	6,487	0,000	0,000	-0,751	
FV	3,746	4,555	0,000	-1,292	
SIL	0,000	0,000	12,938	0,000	
FSS	0,000	10,534	0,000	0,000	
REFR	0,000	0,000	13,424	0,000	
SP	0,000	4,467	1,913	0,000	
ORTO	1,939	5,556	0,000	0,000	
PLM	0,000	0,000	14,696	0,000	
ANAL	0,000	0,000	0,000	14,509	
PD	0,000	0,000	0,000	9,958	
DEF	0,000	6,101	0,000	2,059	
PC	6,089	0,000	0,000	0,474	
PHI					
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>	
KSI 1	0,000				
KSI 2	3,518	0,000			
KSI 3	1,421	10,934	0,000		
KSI 4	0,672	5,449	14,005	0,000	
THETA DELTA					
<b>PCAL</b>	<b>FV</b>	<b>SIL</b>	<b>FSS</b>	<b>REFR</b>	<b>SP</b>
2,934	10,822	10,659	10,045	10,331	11,250
<b>ORTO</b>	<b>PLM</b>	<b>ANAL</b>	<b>PD</b>	<b>DEF</b>	<b>PC</b>
10,541	9,231	4,219	11,310	11,933	9,580



Si examinamos los resultados de la tabla 20 referidos a la significación estadística de los parámetros del modelo, vemos mejor confirmada nuestra hipótesis acerca de los factores de clausura verbal, conocimiento del lenguaje y de los dos factores de razonamiento. Puede observarse que los únicos parámetros significativos en el factor 1 son precisamente los de clausura verbal.

En el factor 2, únicamente se habían considerado los cuatro tests que representan variables ligadas al Conocimiento del lenguaje y sus parámetros son todos estadísticamente significativos.

Por lo que se refiere al factor 3 y por razones de ajuste del modelo, que pretende explicar de la forma más óptima posible las correlaciones encontradas, tuvimos que introducir como parámetros un peso de la variable SP, variable que se suponía formaba parte fundamentalmente del factor de Conocimiento del lenguaje. El peso de esta variable no resultó estadísticamente significativo, por lo que el primer factor de Razonamiento o relaciones verbales está formado por SIL, REFR y PLM.

El factor 4 también es de Razonamiento, formado en este caso por ANAL y PD, con un pequeño, aunque significativo peso de DEF, variable que forma parte más claramente del factor de Conocimiento del lenguaje. En este factor y por razones de ajuste del modelo hubo que definir como parámetros libres los correspondientes a los tests de clausura verbal, pero ninguno de ellos resultó estadísticamente significativo.

Por lo que se refiere a las **correlaciones entre los factores**, es notable la elevada correlación encontrada entre los factores 3 y 4, ambos de Razonamiento. Es destacable también la falta de significación estadística de la correlación entre éstos y el factor de **Clausura verbal**.

En cuanto a los valores de los índices de modificación propuestos, hay que hacer notar que muestran valores muy bajos, lo que también apunta hacia un buen ajuste del modelo.

En la tabla 5.20 se presenta la **matriz de la estructura factorial**. En esta matriz se recogen los efectos directos e indirectos de los factores sobre las variables, de ahí el hecho de que aparezcan saturaciones elevadas de todas las variables en todos los factores, ya que los factores comunes están muy correlacionados.

**Tabla 5.20. Correlaciones de las variables con los factores**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
PCAL	0,804	0,342	0,137	-0,055
FV	0,526	0,525	0,298	0,103
SIL	0,270	0,470	0,673	0,477
FSS	0,336	0,613	0,429	0,289

**Tabla 5.20. Correlaciones de las variables con los factores (continuación)**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
REFR	0,278	0,485	0,693	0,491
SP	0,323	0,584	0,506	0,348
ORTO	0,454	0,618	0,435	0,296
PLM	0,299	0,521	0,746	0,528
ANAL	0,242	0,397	0,596	0,841
PD	0,162	0,265	0,398	0,562
DEF	0,282	0,508	0,413	0,359
PC	0,653	0,400	0,343	0,313

Como resultado general, podemos establecer que el factor de Comprensión verbal parece descomponerse en cuatro factores: Semántico-lingüístico, Clausura verbal y dos factores de Razonamiento, uno de naturaleza Inductiva y otro Deductivo. No obstante, los factores quedan pobremente definidos, al ser muy pocos los tests que definen cada uno de los factores.





## ESTUDIO 2: COMPRENSIÓN LINGÜÍSTICA EN ESCOLARES DE 9-15 AÑOS. VALIDACIÓN DE UNA BATERÍA DE TEST

### 6.1. OBJETIVOS

La investigación recogida en el estudio 1 del capítulo 5 apuntaba la presencia de 4 factores en el dominio de las aptitudes verbales convergentes en sujetos de secundaria, especialmente de COU. Estos resultados sugirieron la conveniencia de realizar el estudio con sujetos de edades inferiores, mejorando paralelamente algunas deficiencias del trabajo anterior. Para esta investigación se solicitó la ayuda del CIDE. Los objetivos de este segundo estudio, realizado durante el año 1993 fueron:

1. Construir una batería de tests de aptitudes verbales con varias pruebas para cada uno de los hipotéticos factores que se esperaba encontrar, dados los resultados anteriores. Uno de los problemas del estudio 1 fue el escaso número de tests por factor.

2. Que los tests tuviesen buenas propiedades psicométricas, tanto a nivel de ítem, como del test total, es decir, adecuados coeficientes de fiabilidad e índices de ítem, tanto desde el punto de vista de la Teoría Clásica de los Tests, como de la Teoría de la Respuesta al Ítem.

3. Dada la extraordinaria importancia que tienen las aptitudes verbales durante la etapa escolar de los sujetos, obtener medidas que, además de fiables e informativas, tuviesen una adecuada validez predictiva para el pronóstico de las materias escolares.

Para este estudio se construyeron 64 pruebas, distribuidas en dos niveles de edad, 32 para el **Nivel elemental** y 32 para el **Nivel medio**. El primer conjunto es aplicable a sujetos de 9-10 años, es decir de 4º y 5º de Educación Primaria. El segundo conjunto es aplicable a sujetos de 12-15 años, es decir de los cursos 7º y 8º de EGB y primero de BUP. Las mismas pruebas, con diferentes niveles de dificultad, componen los dos conjuntos y están compuestas por materiales verbales y mediante ellas se pretende poner de relieve la estructura multidimensio-

nal de la Inteligencia Verbal, con factores de Rapidez perceptiva, conocimiento semántico, lingüístico y razonamiento, tanto en sus aspectos inductivos como deductivos.

Estas pruebas fueron aplicadas colectivamente en centros de EGB, tanto públicos como privados entre los meses de Enero y Mayo de 1993. De junio a Diciembre de 1993 los datos fueron grabados, depurados y sometidos a los análisis de datos previstos en el proyecto, dentro del apartado de Análisis de las propiedades psicométricas. Estos análisis llevaron a la modificación de algunas de las pruebas, eliminando y/o modificando los elementos que no se ajustaban y finalmente, se construyeron las pruebas definitivas, que se utilizarán en el estudio 3. Paralelamente, los elementos calibrados fueron introducidos en el Banco de Ítems. Este estudio puede considerarse fundamentalmente psicométrico, y dado su carácter de piloto para el estudio de las nuevas pruebas, no se planteó en él el análisis de la estructura de las aptitudes verbales.

## 6.2. MÉTODO

### Sujetos

La longitud de la batería hizo necesario la aplicación de las pruebas a diferentes grupos de sujetos, puesto que el tiempo completo de test es de unas 8 horas. Este hecho no afecta a los análisis de las propiedades psicométricas, puesto que éstas se calculan separadamente para cada una de ellas. No obstante, se procuró en la medida de lo posible, aplicar todas las pruebas del mismo cuadernillo al grupo completo. Se intentó aplicar todas las pruebas a un grupo amplio de sujetos, con objeto de establecer con él la validez de la batería completa y la validez de constructo, pero esto únicamente fue posible para el Nivel elemental, con un  $N = 230$ .

Los centros en los que se aplicaron las pruebas responden a una selección incidental, es decir, aquellos en los que tras diferentes contactos, permitieron llevar a cabo la recogida de los datos en los diferentes niveles de edad requeridos. Se intentó mantener una proporcionalidad por cuotas en cuanto a **públicos/privados y niños/niñas**. Los centros fueron los siguientes:

- **Colegios Públicos:**

- Jarama de Mejorada del Campo
- Jarama de San Fernando de Henares
- Instituto Uno de las Rozas

- **Colegios privados:**

- Escolapios de Alcalá de Henares
- San José del Bosque (maristas) de Madrid
- Escolapias de Alcalá de Henares

En todos los centros se aplicaron colectivamente las pruebas del Nivel Elemental a los alumnos de 6° y las del Nivel medio a los alumnos de 7° y 8°.

El número de sujetos que respondieron a cada test fue variable, presentándose este dato en las tablas correspondientes a los coeficientes de fiabilidad.

## Procedimiento

Los tests siempre fueron aplicados por la misma persona (Carlos Yuste) siguiendo los tiempos expresados en las instrucciones. Las respuestas fueron recogidas generalmente por medio de una Hoja de respuestas.

El tiempo máximo de aplicación continuada fue de una hora. En todos los casos se procedió a una lectura cuidadosa de las instrucciones, cerciorándose el aplicador de que todos los niños habían comprendido y realizado los ejemplos de prueba. La aplicación fue colectiva, poniendo especial atención en que no hubiese comunicación entre los niños(as).

En los casos de aplicación completa de la batería, las pruebas fueron aplicadas en tres sesiones, aplicándose en la primera el cuaderno 1, en la segunda el 2 y en la tercera el 3. El orden fue el mismo para todos los sujetos y es el que figura en los correspondientes cuadernillos presentados al CIDE en la memoria de progreso de la investigación (Diciembre de 1993); este orden fue establecido aleatoriamente.

### *Variables*

La distribución hipotética de las pruebas en los factores y por niveles, es la siguiente:

### **1. Comprensión Semántica:**

SINÓNIMOS (S1):

**“Se trata de buscar en cada fila la palabra que tenga un significado más parecido al de la primera palabra, es decir su sinónimo...” EJEMPLOS:**

Y **contento** → dispuesto.A tranquilo.B alegre.C seguro.D alborotado.E

Z **hablar** → discutir.F conversar.G callarse.H escribir.I vocear.J

**“Se trata de buscar en cada fila la palabra que tenga un significado más opuesto al de la primera palabra, es decir su antónima...” EJEMPLOS:**



Y **primero** → segundo.A    atrasado.B    último.C    penúltimo.D    peor.E  
 Z **nada** → **todo.F**    **abundante.G**    **algo.H**    **bastante.I**    **lleno.J**

### CLASIFICACIÓN DE CONCEPTOS (S3)

“Se trata de encontrar en cada fila el concepto o palabra que sobra, que tiene menos relación con los otros cuatro conceptos...” **EJEMPLOS:**

Y nuez.A    naranja.B    pera.C    ciruela.D    plátano.E  
 Z **alegre.F**    **contento.G**    **satisfecho.H**    **triste.I**    **encantado.J**

### SERIES VERBALES (S4)

“Se trata de ver **cómo están ordenados una serie de conceptos o palabras atendiendo a su significado**, y encontrar el concepto que falta donde la interrogación, que será uno de los cinco...” **EJEMPLOS:**

Y **hora** → → **día** → → **semana** → → **mes** → → **?**  
 siglo.A    trimestre.B    década.C    año.D    semestre.E  
 Z **último** → → **?** → → **antepenúltimo** → → **segundo** → → **primero**  
 tercero.F    penúltimo.G    quinto.H    posterior.I    anterior.J

### COMPLETAR ORACIONES DE UNA FORMA LÓGICA (S5)

“Se trata de **encontrar el concepto o palabra que complete mejor el sentido de esas frases...** Ante la duda escoged el concepto que creáis...” **EJEMPLOS:**

Y **Es propio de la** → → **?** **buscar solución a los problemas**  
 inteligencia.A    memoria.B    dificultad.C    gente.D    situación.E  
 Z **Presentó** → → **?** **que evidenciaban su inocencia**  
 heridas.F    trabajos.G    anuncios.H    excusas.I    pruebas.J

## SIGNIFICADO EN UN CONTEXTO (S6)

“Se trata de una prueba en la que debéis **buscar la palabra que significa lo mismo que la que está subrayada**, teniendo en cuenta el contexto de la frase...” **EJEMPLOS:**

**Y Entraron a robar sigilosamente**

sin armas.A rápidamente.B silenciosamente.C por detrás.D temprano.E

**Z Empalmaron los dos extremos de las cuerdas**

unieron.F acercaron.G cortaron.H separaron.I quemaron.J

## DEFINICIONES (S7)

“Se trata de buscar cuál es la **respuesta más correcta en cada una de esas definiciones...**” **EJEMPLOS:**

**Y Elemento que entra a formar parte de la composición del agua**

yodo.A níquel.B aire.C hierro.D oxígeno.E

**Z Diferencia de altura entre dos o más puntos**

base.F desnivel.G distancia.H profundidad.I contraste.J

## MEMORIZACIÓN COMPRENSIVA (S8)

“Se trata de responder a una serie de **preguntas acerca de un texto que los sujetos han leído anteriormente...**” **EJEMPLO:**

**Z ¿De qué trataba la historia leída?**

De una guerra périca.A

Del río Hidaspes.D

De las legiones romanas.B

De la batalla del Hidaspes.E

De la vida de un conquistador.C

## INFORMACIÓN GENERAL (S9)

“Se trata de responder a una **prueba de cultura general...**” **EJEMPLOS:**

Y **¿Qué país atraviesa el río Amazonas?**

Perú.A      Argentina.B      Brasil.C      Nicaragua.D      Paraguay.E

Z **¿Cuál de esos vegetales es una legumbre?**

lechuga.F      cebolla.G      naranja.H      trigo.I      garbanzo.J

## 2. Razonamiento Inductivo/Deductivo

### ANALOGÍAS (RI-1)

“Se trata de **encontrar analogías entre conceptos...** Una nos la dan completa y a la otra le falta un término que hay que buscar entre las cinco posibles respuestas...” **EJEMPLOS:**

Y **automóvil es a volante como barco es a → → ?**

vela.A      viento.B      timón.C      timonel.D      capitán.E

Z **canguro es a saltar como → → ? es a reptar**

babosa.F      tigre.G      gusano.H      caracol.I      serpiente.J

### SERIES ANALÓGICAS (RI-2) (Nivel Medio)

“Se trata de **encontrar dos palabras que guarden una relación análoga con otra serie de tres palabras** ya dada... Una serie de tres términos nos la dan ya completa y a la otra le faltan dos de sus tres términos, que hay que buscar entre las cinco posibles respuestas numeradas con letras...” **EJEMPLOS:**

W → 1ª **ojo es a ver es a colores // oído es a ? → 1ª es a ? → 2ª**

X → 2ª sonidos.A      canciones.B      ruidos.C      oír.D      orejas.E

Y → 1ª **piel es a elefante es a animal // corteza es a ? → 1ª es a ? → 2ª**

Z → 2ª corcho.A      hierba.B      árbol.C      ave.D      vegetal.E



### JERARQUIZACIÓN DE CONCEPTOS (RI-3)

“Se trata de comprobar **cuál es el esquema que ordena unos conceptos...** Hay cinco posibles modos de organizarse A, B, C, D o E, y se debe elegir cada vez el que se considere más idóneo...” **EJEMPLOS:**

<b>V</b>	<b>1.españoles</b>	<b>2.andaluces</b>	<b>3.sevillanos</b>
W	1.alumnos de 5° A	2.alumnos de 5° B	3.alumnos altos de 5° B
<b>X</b>	<b>1.animales</b>	<b>2.rinocerontes</b>	<b>3.elefantes</b>
Y	1.manzanas	2.peras	3.naranjas
<b>Z</b>	<b>1.gomas</b>	<b>2.gomas azules</b>	<b>3.lápices azules</b>

### RELACIONES DE INCLUSIÓN (RI-4)

“Se trata en esta prueba de **comprobar cuál es el dibujo simbólico que mejor representa una serie de conceptos...** Cada palabra o concepto está representado por un círculo... El más general será el que contenga dentro a otros más particulares...” **EJEMPLOS:**

<b>V</b>	<b>españoles</b>	<b>andaluces</b>	<b>uropeos</b>
W	<b>cangrejos</b>	<b>loros</b>	<b>chinos</b>
<b>X</b>	<b>animales</b>	<b>ranas</b>	<b>platos</b>
Y	<b>españoles</b>	<b>personas ricas</b>	<b>personas pobres</b>
<b>Z</b>	<b>pantalones cortos</b>	<b>pantalones largos</b>	<b>pantalones</b>

### GUIONES E IDEAS SUPUESTAS (RI-5) (Nivel Medio)

“Se trata de leer con cuidado el texto y luego contestar a las preguntas que vienen debajo... Se debe decidir si una serie de enunciados son verdaderos o falsos de acuerdo con la información que nos proporciona un texto escrito...” **EJEMPLOS:**

Este hombre vive en el campo: no se puede permitir ningún lujo. Su casa es pequeña, modestísima... Su vida es monótona: todos los días se levanta antes de que el sol salga y se acuesta dos o tres horas después de su puesta.

A ----- B	D ----- E
SEGURO VERDADERA	PROBABLE VERDADERA
PROBABLE FALSA	SEGURO FALSA
<b>EJEMPLOS:</b>	
V <b>Se está hablando de un trabajador del campo</b>	B
X Esta persona es rica	E
Y <b>Se levanta muy temprano</b>	A
Z En verano se va un mes de vacaciones	D

### JUICIO CRÍTICO (RD-1)

"En esta prueba hay una serie de afirmaciones que pueden juzgarse como *verdaderas, falsas u opinables...*" **EJEMPLOS:**

- X:** Este recién nacido llegará a ser un famoso científico  
**Y:** Conocemos animales más inteligentes que el hombre  
**Z:** Las culebras son reptiles

### RAZONAMIENTO SILOGÍSTICO (RD-2) (Nivel Medio))

"En esta prueba se trata de comprobar qué conclusión es la adecuada, suponiendo que la/las afirmaciones iniciales o premisas son verdaderas. Es decir que las afirmaciones son siempre verdaderas, aunque sin significado especial, puesto que los nombres no corresponden a ninguna realidad, son inventados, para evitar guiar el proceso de razonamiento con los conocimientos y experiencias previas..." **EJEMPLOS:**

- Y Solo si A es un TELO, B es un ISO. Pero A no es un TELO.**  
**Luego B no es un ISO.**

Z Ningún BANTO trabaja en ULE. Algunos BANTOS son ELOS.

Luego todos los ELOS trabajan en ULE.

## IDEA PRINCIPAL (RD-3)

"En esta prueba se trata de **encontrar las ideas más y menos importantes** en relación al tema de que se trate cada vez... En cada grupo de cinco frases referidas a un tema debéis marcar dos respuestas: la más importante y la menos importante..." **EJEMPLOS:**

**La lava**

- W+ A. En ocasiones vemos en la tele volcanes expulsando lava,  
B. con imágenes de desastres para las poblaciones cercanas.  
C. La lava, que es roca fundida e incandescente,  
**X -** D. asciende por las grietas o chimeneas de los volcanes  
E. y se derrama por las laderas de las montañas.

**La vida del monje en la Edad Media**

- Y+ A. Los monjes vivían en monasterios.  
B. En la Edad Media había muchos monjes,  
C. tal como indican los relatos de historiadores famosos.  
**Z -** D. Los monjes se dedicaban al trabajo y a la oración  
E. y gracias a ellos se conservaron muchas obras de arte.

## RAZONAMIENTO TRANSITIVO (RD-4)

"Se trata de encontrar cuál es la **respuesta mejor en razonamientos de series transitivas...**" **EJEMPLOS:**

**Y** **Alberto es más alto que Luis y que Felipe. Felipe y Luis son más altos que Julio.**

**¿Quién es el más bajo?**

Alberto.A      Julio.B      Felipe.C      no se puede saber.D      Luis.E

**Z** **Laura juega mal al tenis, pero mejor que Julia, Elena y Yolanda.**

**¿Quién juega peor al tenis?**

Laura.F      Julia.G      Yolanda.H      no se puede saber.I      Elena.J





## METÁFORAS (En estudio 3)

“Se trata de **completar una analogía de manera que exprese correctamente el sentido de la metáfora...**” **EJEMPLOS:**

El león es el rey de los animales									
W	→ 1ª	león	es a	animal	como	<u>? → 1ª</u>	es a	<u>? → 2ª</u>	
X	→ 2ª	rey.A		corona.B		reinado.C		súbdito.D	mandar.E
Su lengua de víbora no nos dejaba en paz									
Y	→ 1ª	lengua de víbora	es a	veneno	como	<u>? → 1ª</u>	es a	<u>? → 2ª</u>	
Z	→ 2ª	paz.A		insultar.B		guerra.C		hablar.D	lengua humana.E

## 3. Lingüístico

## SINTAXIS (L-1)

“En esta prueba se trata de demostrar el conocimiento de **algunos aspectos de sintaxis de la lengua...**” **EJEMPLOS:**

--- ¿Cuál es el <b>OBJETO DIRECTO</b> en la siguiente oración?					
Y	<u>Ella todavía conservaba aquel muñeco desde su infancia</u>				
	A	B	C	D	E
--- ¿Cuál es el <b>COMPLEMENTO CIRCUNSTANCIAL</b> en la siguiente oración?					
Z	<u>Es difícil encontrar agua o gente en el desierto</u>				
	F	G	H	I	J

## MORFOLOGÍA (L-2)

“En esta prueba se trata de demostrar el **conocimiento de algunos aspectos de morfología de la lengua castellana...**” **EJEMPLOS:**

--- ¿Cuál de las palabras subrayadas es **DETERMINANTE DE UN NOMBRE**?

Y Llevaba todavía en la mano un rifle humeante

A B C D E

--- ¿Cuál de las palabras subrayadas está en **FUTURO, SEGUNDA PERSONA DEL SINGULAR**?

Z volverá volvieron volvías vuelves volveréis

F G H I J

### ORDENACIÓN DE PALABRAS (L-3)

“En esta prueba se trata de **ordenar esas palabras en una frase correcta, integrando una de las palabras de las cinco posibles respuestas...** Sólo falta una palabra, y en la frase que se compongas se debe integrar esa palabra...” **EJEMPLOS:**

Y **los todos salieron de amigos**

y amigas.A contentos.B pronto.C paseo.D se reunieron.E

Z **sana el deporte una vida**

larga.F ciclismo.G fuerte.H moderna.I favorece.J

### ESTRUCTURA SINTÁCTICA (L-4)

“En esta prueba se presentan una serie de oraciones que pueden ser o no gramaticalmente correctas...” **EJEMPLOS:**

X Las fresas es dulces

**Y El caballo galopa por las verdes praderas**

Z Me dijo que vendría cualquiera semana

### ORDENAR ORACIONES (L-5)

“Se trata de leer cada grupo de **cuatro oraciones desordenadas** referidas a un tema, y **ordenarlas correctamente, según la secuencia del sentido de**

**la narración...** A las oraciones se les han suprimido los signos de puntuación cuando van al final de una línea..." **EJEMPLOS:**

R mares enteros para llegar a tierras más cálidas, donde anidar

**S aves deben emigrar huyendo del frío**

T cuando se acerca el invierno, muchas

**V en grandes bandadas llegan a cruzar**

W día de vendimia es una fiesta en todo el pueblo

**X y que durará aproximadamente todo el mes de Octubre**

Y que celebra así el inicio de la recolección

**Z ya han madurado las uvas de las vides, deben recogerse. El primer**

#### 4. Rapidez Perceptiva o Rapidez de clausura

##### RECONOCIMIENTO (P-1)

"Se trata de determinar si algunas palabras existen o no en lengua castellana..." **EJEMPLOS:**

**Y** Tirúlico

Z Práctico

##### RAPIDEZ DE COMPARACIÓN (P-2)

"En esta prueba se trata de **comprobar si cada fila de texto es idéntica en las dos columnas** (la de la izquierda y la de la derecha), o si por el contrario tienen alguna diferencia por pequeña que sea..." **EJEMPLOS:**

**Y en una tupida selva; prefería**

**en una tupida selva; prefería**

**Z ir por la espesura, pues por**

**ir por la espesura, pues para**



### INTEGRACIÓN PERCEPTIVA. FRASES BORROSAS (P-3)

“En este ejercicio se trata de **leer un texto borroso para elegir a continuación la respuesta considerada como correcta...**” **EJEMPLOS:**

**Y Los árboles se sostienen por... (el texto original tiene partes borradas)**

plantas.A      las raíces.B      las hojas.C      su grosor.D      su peso.E

**Z Los animales son seres... (el texto original tiene partes borradas)**

que hablan.F      inertes.G      que vuelan.H      vivos.I      conejos.J

### VISUALIZACIÓN ORTOGRÁFICA (P-4)

“En esta prueba se trata de **buscar las palabras del texto que tengan errores ortográficos...** Los acentos o tildes están todos bien...” **EJEMPLOS:**

**Y valiente.A      hallar.B      arrojar.C      éxito.D      ciudad.E**

**Z barato.F      undir.G      ágil.H      yave.I      árbol.J**

### RAPIDEZ LECTORA (F-1)

“En este ejercicio se trata de **leer lo más rápidamente que se pueda un texto que se presenta pero tratando de entender lo que dice...**”

### PALABRAS MEZCLADAS (F-2) (En estudio 3)

“En esta prueba se trata de **encontrar las palabras de más de tres letras en esas líneas, mezcladas entre letras sin sentido...** Como es un ejercicio relativamente fácil, se debe trabajar lo más deprisa que se pueda...” **EJEMPLOS:**

Y ilacnduvtncdr.A      peñrdadopwrbid.B      ptsrytonofghtu.C      vxartybflmyt.D      tefygardillar.E

**Z** ghnñawvguyrf.F      fidonbtairfanf.G      jhkopilotonfgo.H      hmcvbioprytrt.I      okglombpcqjhdn.J

## PALABRAS OCULTAS (F-3) (Desestimado)

"En esta prueba se trataba de encontrar la mayor cantidad posible de palabras de más de tres letras en un cuadro, estilo sopa de letras... Las palabras las podéis encontrar en todos los sentidos: izquierda-derecha, derecha-izquierda, arriba-abajo, abajo-arriba, horizontal-vertical-inclinado..."

## LETRAS COMBINADAS (F-4)

"Se trata de decidir **si se puede o no configurar una palabra con un conjunto de letras desordenadas...**" **EJEMPLO:**

	Y					
	A	O		Z	R	L
	C	H			A	V

## FLUIDEZ RELACIONAL (F-5)

"Se debe **buscar la palabra de la segunda columna que tiene mayor relación con cada una de las de la primera columna...** Como en principio es una tarea fácil, se trata de hacerla con la mayor rapidez posible, ya que el tiempo que se deja es escaso..." **EJEMPLOS:**

PALABRAS A RELACIONAR	PALABRAS RESPUESTA		CLAVE
T chaqueta	puerta .....	→	A
V paraguas	iluminación ..	→	B
W ballena	delfín .....	→	C
X bombilla	lluvia .....	→	AB
Y guitarra	vestido .....	→	AC
Z llaves	violín .....	→	ABC

## VERIFICACIÓN DE SENTENCIAS (F-6)

“Se trata de decidir si las **proposiciones presentadas son verdaderas o falsas en relación a un recuadro con figuras y símbolos.....**”

Además se incluyen dos pruebas de memoria inmediata con contenido exclusivamente verbal, para detectar también este hipotético factor.

## PARES ASOCIADOS (M-1)

“Se trata de memorizar un conjunto de pares de palabras asociadas, para después tratar de recordar las asociaciones hechas...”

## MEMORIA DE CONCEPTOS (M-2)

“Se trata de memorizar un conjunto desordenado de conceptos, para luego reconocer los que estaban y los que aparecen de nuevo en otro conjunto que se presenta a continuación...”

Esta hipotética distribución puede cambiar tras el estudio de validación de constructo. Como resultado del estudio se eliminaron algunas pruebas, como Juicio Crítico y Metáforas, debido a que no funcionaban bien en algún nivel de edad. Otras fueron modificados en alguno de sus elementos.

### 6.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para cada una de las pruebas aplicadas, se realizaron los siguientes análisis de datos:

1. **Análisis factorial no lineal**, para variables dicotómicas, con el programa **NOHARM**. El objetivo de este análisis en el estadio inicial fue simplemente el de ver si las pruebas se alejaban o no del supuesto de la unidimensionalidad, requisito para los posteriores análisis desde el marco de la Teoría de la Respuesta al Ítem.

2. **Análisis de elementos** y de la fiabilidad de cada prueba, en el marco de la Teoría Clásica de los Tests. Se calcularon para cada elemento los siguientes estadísticos:

- a. Índice de dificultad (proporción de aciertos).
- b. Poder discriminante (varianza del elemento).
- c. Índice de discriminación: correlación biserial y biserial-puntual de cada elemento con el total.



d. Coeficiente alpha si se elimina el elemento.

Todos estos análisis fueron realizados con el programa **RELIABILITY** del paquete estadístico SPSS, excepto la correlación biserial que fue calculada con el programa **BILOG 3.0**.

La fiabilidad de cada prueba fue calculada por medio del **Coeficiente alpha** y los cálculos fueron realizados con el mencionado programa **RELIABILITY**.

3. **Análisis de los elementos de cada test en el marco de la Teoría de la respuesta al Ítem.** Se ajustó para todos las pruebas el **Modelo de tres parámetros**.

- Parámetro *a* o *discriminación del elemento*.
- Parámetro *b* o *dificultad del elemento*.
- Parámetro *c* o *probabilidad de acierto por conjetura y/o adivinación*.

La elección del modelo de tres parámetros estaba justificada por la forma de respuesta de los tests, de *elección múltiple*, que hace intervenir la probabilidad de acierto por adivinación. El parámetro *a* también era necesario, ya que no se postulaba la igualdad de discriminación de los diferentes elementos.

Se calculó para cada elemento la **bondad de ajuste al modelo postulado**. Todos los cálculos fueron realizados con el programa **BILOG 3.0**.

4. **Criterios para la inclusión/exclusión de elementos en la versión definitiva de las pruebas.** Para la inclusión de los elementos se siguieron cuatro criterios:

- a) Saturación en el factor único propuesto en el análisis factorial realizado con el NOHARM.
- b) Correlaciones elemento-total superiores a 0.30
- c) Ajuste del elemento al modelo de TRI propuesto. Se eliminaron aquellos elementos en los que el estadístico ji cuadrado tenía una probabilidad menor que 0,05.
- d) Aumento del coeficiente alpha si se elimina el elemento.

Con estos criterios se construyeron las pruebas definitivas, que se aplicarán en el estudio 3. Algunos elementos originales fueron eliminados directamente y otros modificados. Los estadísticos que resultaron de estas modificaciones serán expuestos en los resultados del estudio 3, referentes a la validación de las pruebas. Es probable una notable mejoría en los ajustes de los tests al modelo y en los coeficientes de fiabilidad.

5. **Validez de los tests.** Se llevó a cabo el estudio de las pruebas originales desde el punto de vista de la validez de criterio. La validez de constructo será estudiada en el estudio 3, así como nuevos cálculos de la validez criterial.

Para el análisis de la validez referida al criterio, se calcularon correlaciones de Pearson de cada una de las pruebas con las notas escolares, recogidas en los

---

centros. Las notas fueron las de la última evaluación (Junio de 1993) en **Lengua, Idioma, Matemáticas, Naturales y Sociales**. Estos análisis fueron realizados con el programas CORRELATIONS del paquete SPSS.

Con las puntuaciones del Nivel elemental se buscó el mejor conjunto de predictores para cada una de las materias, utilizando procedimientos de Regresión Múltiple "stepwise", con el programa BMDP2R. En el nivel medio, no fue posible por el momento realizar estos análisis, puesto que el número de sujetos que habían contestado a todas las pruebas, es decir, al conjunto de los tres cuadernillos, resultó insuficiente.

#### **6.4. RESULTADOS**

No se presentan aquí los análisis realizados a nivel de ítem, análisis factorial no lineal, ni los índices de los Ítems, ya que estos fueron realizados únicamente para lograr tests óptimos que se utilizarán en el estudio 3.

Para no alargar excesivamente la descripción del estudio, únicamente presentamos resultados generales referidos a cada prueba completa y no los análisis de elementos.

En las tablas 22 y 23 se presenta el número de sujetos con los que se han realizado los análisis en cada test, medias, desviaciones típicas y los coeficientes de fiabilidad de cada una de las pruebas, en los niveles elemental y medio, respectivamente. Se presentan dos conjuntos de estadísticos para cada prueba, uno con todos los elementos y otro, después de eliminar los elementos cuya eliminación resultaba aconsejable según los criterios antes señalados. En las pruebas presentadas como ANEXO aparece la composición definitiva resultante de los distintos análisis.

**Tabla 22. Fiabilidades de los tests. Número de sujetos, medias y desviaciones típicas. Nivel elemental**

	<b>PRUEBAS</b>	<b>CON TODOS LOS ITEMS</b>	<b>ELIMINADOS ITEMS</b>
1	<b>P-1</b> : RECONOCIMIENTO N=264	0,5666 (46) M=32,37 DT=4,00	6509 (28) M=21,46 DT=3,40
2	<b>P-2</b> : RAPIDEZ DE COMPARACIÓN N=264	0,9501 (56) M=27,25 DT=10,46	0,9206 (34) M=23,17 DT=6,62
3	<b>P-3</b> : FRASES BORROSAS N=264	0,8989 (40) M=24,33 DT=8,00	0,9073 (30) M=16,90 DT=7,27
4	<b>P-4</b> : VISUALIZACIÓN ORTOGRÁFICA N=264	0,8771 (80) M=56,73 DT=9,66	0,8950 (60) M=41,97 DT=9,09
5	<b>S-1</b> : SINÓNIMOS N=264	0,7323 (40) M=15,90 DT=4,78	0,536 (29) M=12,06 DT=4,32
6	<b>S-2</b> : ANTÓNIMOS N=265	0,7821 (40) M=20,40 DT=5,53	0,7693 (27) M=15,89 DT=4,26
7	<b>S-3</b> : CLASIFICACIÓN CONCEPTOS N=261	0,6852 (40) M=25,08 DT=4,29	0,7192 (30) M=19,95 DT=3,91
8	<b>S-4</b> : SERIES VERBALES N=263	0,7902 (40) M=24,27 DT=5,67	0,8091 (30) M=19,51 DT=5,11
9	<b>S-5</b> : COMPLETAR ORACIONES N=268	0,8275 (40) M=22,10 DT=6,36	0,422 (30) M=16,88 DT=5,69
10	<b>S-6</b> : SIGNIFICADO EN CONTEXTO N=268	0,8297 (40) M=19,04 DT=6,50	0,8479 (30) M=16,41 DT=5,95
11	<b>S-7</b> : DEFINICIONES N=224	0,7827 (40) M=20,59 DT=5,69	0,7996 (30) M=16,50 DT=5,10
12	<b>S-8</b> : MEMORIZACIÓN COMPRENSIVA N=229	0,7404 (30) M=14,10 DT=4,81	0,7754 (23) M=11,82 DT=4,51
13	<b>S-9</b> : INFORMACIÓN N=267	0,8120 (40) M=20,17 DT=6,29	0,8221 (30) M=16,35 DT=5,58
14	<b>L-1</b> : SINTAXIS N=265	0,7615(46) M=17,19 DT=5,34	0,7919 (30) M=15,52 DT=5,06



**Tabla 22. Fiabilidades de los tests. Número de sujetos, medias y desviaciones típicas. Nivel elemental (continuación)**

	<b>PRUEBAS</b>	<b>CON TODOS LOS ITEMS</b>	<b>ELIMINADOS ITEMS</b>
15	<b>L-2</b> : MORFOLOGÍA N=265	0,7971 (30) M=15,33 DT=5,29	0,8041 (25) M=14,14 DT=4,91
16	<b>L-3</b> : ORDENACIÓN DE PALABRAS N=263	0,8328 (40) M=21,37 DT=6,41	0,8428 (30) M=16,50 DT=5,73
17	<b>L-4</b> : ESTRUCTURA SINTÁCTICA N=265	0,7295 (50) M=36,44 DT=5,14	0,7812 (40) M=30,50 DT=5,12
18	<b>L-5</b> : ORDENAR ORACIONES N=265	0,8135 (40) M=15,60 DT=6,48	0,8410 (30) M=11,74 DT=5,93
19	<b>RI-1</b> : ANALOGÍAS N=264	0,8108 (40) M=23,32 DT=5,86	0,8211 (30) M=19,02 DT=5,16
21	<b>RI-3</b> : JERARQUIZACIÓN DE CONCEPTOS N=212	0,8461 (30) M=18,33 DT=5,89	0,8592 (26) M=16,57 DT=5,58
22	<b>RI-4</b> : RELACIONES DE INCLUSIÓN N=263	0,7117 (30) M=14,71 DT=4,37	0,7358 (24) M=12,48 DT=4,12
25	<b>RD-1</b> : JUICIO CRITICO N=270	0,5624 (40) M=21,54 DT=4,13	0,6528 (24) M=15,14 DT=3,56
27	<b>RD-3</b> : IDEA PRINCIPAL N=226	0,7854 (40) M=14,82 DT=5,36	0,8056 (26) M=12,59 DT=5,13
28	<b>RD-4</b> : RAZONAMIENTO TRANSITIVO N=228	0,8295 (30) M=14,30 DT=5,83	
29	<b>F-1</b> : RAPIDEZ LECTORA (Es una variable derivada)		
32	<b>F-4</b> : LETRAS COMBINADAS N=224	0,6817 (40) M=27,88 DT=4,23	0,7834 (22) M=14,37 DT=3,88
33	<b>F-5</b> : FLUIDEZ RELACIONAL N=227	0,9232 (45) M=31,96 DT=7,62	0,9261 (40) M=27,19 DT=7,49
34	<b>F-6</b> : VERIFICACIÓN DE SENTENCIAS N=277	0,7756 (40) M=27,67 DT=5,29	0,8154 (28) M=18,60 DT=5,01

**Tabla 23. Fiabilidades de los tests. Número de sujetos, medias y desviaciones típicas. Nivel medio**

	<b>PRUEBAS</b>	<b>CON TODOS LOS ITEMS</b>	<b>ELIMINADOS ITEMS</b>
1	<b>P-1</b> : RECONOCIMIENTO N=298	0,4436 (46) M=26,96 DT=3,46	0,5528 (30) M=20,96 DT=3,39
2	<b>P-2</b> : RAPIDEZ DE COMPARACIÓN N=310	0,9083 (56) M=33,33 DT=7,90	0,9212 (46) M=33,33 DT=7,90
3	<b>P-3</b> : FRASES BORROSAS N=303	0,8975 (40) M=27,14 DT=7,33	0,9212 (30) M=24,67 DT=7,89
4	<b>P-4</b> : VISUALIZACIÓN ORTOGRÁFICA N=296	0,8951 (80) M=51,82 DT=10,95	0,9082 (60) M=43,10 DT=9,38
5	<b>S-1</b> : SINÓNIMOS N=306	0,7950 (40) M=19,28 DT=5,58	0,8100 (30) M=14,92 DT=5,12
6	<b>S-2</b> : ANTÓNIMOS N=311	0,7341 (40) M=18,70 DT=5,15	0,7500 (30) M=14,72 DT=4,67
7	<b>S-3</b> : CLASIFICACIÓN DE CONCEPTOS N=310	0,7608 (40) M=21,38 DT=5,27	0,7697 (30) M=16,59 DT=4,76
8	<b>S-4</b> : SERIES VERBALES N=306	0,7453 (40) M=19,52 DT=5,26	0,7766 (30) M=14,96 DT=4,95
9	<b>S-5</b> : COMPLETAR ORACIONES N=230	0,7662 (40) M=21,00 DT=5,45	0,7872 (30) M=16,72 DT=5,06
10	<b>S-6</b> : SIGNIFICADO EN CONTEXTO N=229	0,7005 (40) M=17,93 DT=4,88	0,7195 (30) M=14,33 DT=4,33
11	<b>S-7</b> : DEFINICIONES N=234	0,7198 (40) M=16,59 DT=5,08	0,7353 (30) M=13,32 DT=4,59
12	<b>S-8</b> : MEMORIZACIÓN COMPRESIVA N=162	0,7466 (30) M=11,90 DT=4,83	
13	<b>S-9</b> : INFORMACIÓN N=230	0,6969 (40) M=16,79 DT=4,86	0,7329 (30) M=13,69 DT=4,56
14	<b>L-1</b> : SINTAXIS N=306	0,8108 (40) M=16,82 DT=6,05	0,8323 (30) M=14,72 DT=5,65

**Tabla 23. Fiabilidades de los tests. Número de sujetos, medias y desviaciones típicas. Nivel medio (continuación)**

	<b>PRUEBAS</b>	<b>CON TODOS LOS ITEMS</b>	<b>ELIMINADOS ITEMS</b>
15	<b>L-2</b> : MORFOLOGÍA N=342	M=15,80 DT=5,43	0,7990 (40)
16	<b>L-3</b> : ORDENACIÓN DE PALABRAS N=308	M=19,02 DT=5,93	0,8043 (30) M=14,61 DT=5,15
17	<b>L-4</b> : ESTRUCTURA SINTÁCTICA N=306	M=41,14 DT=7,42	0,8281 (65) M=33,26 DT=7,20
18	<b>L-5</b> : ORDENAR ORACIONES N=193	M=19,13 DT=7,11	0,8600 (40) M=15,90 DT=6,10
19	<b>RI-1</b> : ANALOGÍAS N=300	M=23,89 DT=5,97	0,8137 (40) M=17,21 DT=5,42
20	<b>RI-2</b> : SERIES ANALÓGICAS N=198	M=25,61 DT=8,47	0,8473 (60) M=20,08 DT=7,48
21	<b>RI-3</b> : JERARQUIZACIÓN DE CONCEPTOS N=278	M=12,41 DT=5,60	0,8284 (30)
22	<b>RI-4</b> : RELACIONES DE INCLUSIÓN N=301	M=13,22 DT=4,63	0,7299 (30)
23	<b>RI-5</b> : GUIONES E IDEAS SUPUESTAS N=268	M=29,23 DT=5,53	0,6820 (50) M=18,73 DT=4,57
*25	<b>RD-1</b> : JUICIO CRITICO N=273	M=22,41 DT=3,83	0,4335 (40) 0,5930 (20)
*26	<b>RD-2</b> : RAZONAMIENTO SILOGÍSTICO N=234	M=19,35 DT=2,90	0,4047 (30) M=14,63 DT=2,70
27	<b>RD-3</b> : IDEA PRINCIPAL N=277	M=17,58 DT=5,93	0,7837 (40) M=15,08 DT=5,31
28	<b>RD-4</b> : RAZONAMIENTO TRANSITIVO N=206	M=12,97 DT=4,51	0,7273 (30) M=9,59 DT=3,73
29	<b>F-1</b> : RAPIDEZ LECTORA (Variable derivada)		
30	<b>F-4</b> : LETRAS COMBINADAS N=234	M=26,71 DT=4,42	0,6487 (40) M=19,44 DT=4,18
31	<b>F-5</b> : FLUIDEZ RELACIONAL N=199	M=26,55 DT=7,81	0,8658 (45) M=18,34 DT=7,16
*34	<b>F-6</b> : VERIFICACIÓN DE SENTENCIAS N=269	M=15,27 DT=7,48	0,6066 (40) M=11,78 DT=6,23



En las tablas 24 y 25 se presentan los coeficientes de validez de cada una de las pruebas para las cinco materias escolares, de los niveles elemental y medio, respectivamente.

**Tabla 24. Coeficientes de validez de las pruebas  
Nivel elemental**

	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
S1	0,4521 (236) P=0,000	0,5276 (196) P=0,000	0,4265 (236) P=0,000	0,3976 (236) P=0,000	0,4293 (236) P=0,000
S2	0,4188 (240) P=0,000	0,4935 (200) P=0,000	0,4211 (240) P=0,000	0,4136 (240) P=0,000	0,3994 (240) P=0,000
S3	0,4081 (235) P=0,000	0,3668 (199) P=0,000	0,4153 (235) P=0,000	0,3796 (235) P=0,000	0,3449 (235) P=0,000
S4	0,4309 (235) P=0,000	0,4003 (196) P=0,000	0,5037 (235) P=0,000	0,4359 (235) P=0,000	0,3992 (235) P=0,000
S5	0,6183 (239) P=0,000	0,6349 (202) P=0,000	0,6490 (239) P=0,000	0,5690 (239) P=0,000	0,5347 (239) P=0,000
S6	0,5171 (239) P=0,000	0,5218 (202) P=0,000	0,5297 (239) P=0,000	0,4784 (239) P=0,000	0,4691 (239) P=0,000
S7	0,5170 (196) P=0,000	0,5118 (196) P=0,000	0,5905 (196) P=0,000	0,4914 (196) P=0,000	0,5213 (196) P=0,000
S8	0,3344 (201) P=0,000	0,3121 (201) P=0,000	0,3437 (201) P=0,000	0,3231 (201) P=0,000	0,2998 (201) P=0,000
S9	0,4294 (238) P=0,000	0,4912 (201) P=0,000	0,4472 (238) P=0,000	0,3966 (238) P=0,000	0,3250 (238) P=0,000

**Tabla 24. Coeficientes de validez de las pruebas  
Nivel elemental (continuación)**

	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
L1	0,3800 (237) P=0,000	0,3484 (197) P=0,000	0,3793 (237) P=0,000	0,3490 (237) P=0,000	0,3040 (237) P=0,000
L2	0,5726 (240) P=0,000	0,5826 (200) P=0,000	0,5451 (240) P=0,000	0,5275 (240) P=0,000	0,4970 (240) P=0,000
L3	0,5751 (237) P=0,000	0,5653 (199) P=0,000	0,5701 (237) P=0,000	0,4962 (237) P=0,000	0,5280 (237) P=0,000
LT4	0,3923 (237) P=0,000	0,4174 (198) P=0,000	0,3781 (237) P=0,000	0,3698 (237) P=0,000	0,3397 (237) P=0,000
L5	0,4709 (240) P=0,000	0,4976 (200) P=0,000	0,4865 (240) P=0,000	0,4333 (240) P=0,000	0,4026 (240) P=0,000
RI1	0,4717 (236) P=0,000	0,5185 (196) P=0,000	0,5207 (236) P=0,000	0,4706 (236) P=0,000	0,4451 (236) P=0,000
RI3	0,4195 (212) P=0,000	0,5090 (172) P=0,000	0,4619 (212) P=0,000	0,3786 (212) P=0,000	0,4459 (212) P=0,000
RI4	0,4967 (235) P=0,000	0,4597 (196) P=0,000	0,5920 (235) P=0,000	0,4989 (235) P=0,000	0,4973 (235) P=0,000
RD1	0,2869 (241) P=0,000	0,3079 (201) P=0,000	0,3424 (241) P=0,000	0,2708 (241) P=0,000	0,2463 (241) P=0,000
RD3	0,5514 (200) P=0,000	0,5180 (200) P=0,000	0,5970 (200) P=0,000	0,5491 (200) P=0,000	0,5343 (200) P=0,000
RD4	0,4680 (200) P=0,000	0,4630 (200) P=0,000	0,4829 (200) P=0,000	0,4352 (200) P=0,000	0,4106 (200) P=0,000

**Tabla 24. Coeficientes de validez de las pruebas  
Nivel elemental (continuación)**

	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
PT1	0,2524 (236) P=0,000	0,3134 (196) P=0,000	0,2309 (236) P=0,000	0,2748 (236) P=0,000	0,2563 (236) P=0,000
PT2	0,4911 (239) P=0,000	0,5324 (199) P=0,000	0,4591 (239) P=0,000	0,4262 (239) P=0,000	0,3736 (239) P=0,000
P3	0,3009 (238) P=0,000	0,3896 (200) P=0,000	0,3046 (238) P=0,000	0,2304 (238) P=0,000	0,2634 (238) P=0,000
PT4	0,4764 (236) P=0,000	0,4692 (197) P=0,000	0,4208 (236) P=0,000	0,4340 (236) P=0,000	0,3761 (236) P=0,000
FL1	0,2574 (200) P=0,000	0,3182 (200) P=0,000	0,2943 (200) P=0,000	0,2407 (200) P=0,000	0,2527 (200) P=0,000
FL2	0,3297 (172) P=0,000	0,3324 (172) P=0,000	0,3132 (172) P=0,000	0,2085 (172) P=0,003	0,2586 (172) P=0,000
FL3	0,3849 (173) P=0,000	0,3741 (173) P=0,000	0,3358 (173) P=0,000	0,3866 (173) P=0,000	0,2830 (173) P=0,000
FLT4	0,1354 (196) P=0,029	0,1970 (196) P=0,003	0,1608 (196) P=0,012	0,1565 (196) P=0,014	0,1566 (196) P=0,014
FLT5	0,0420 (199) P=0,278	0,0934 (199) P=0,095	0,1339 (199) P=0,030	0,0812 (199) P=0,127	0,0119 (199) P=0,434
FLT6	0,4060 (241) P=0,000	0,4588 (201) P=0,000	0,4259 (241) P=0,000	0,3767 (241) P=0,000	0,3793 (241) P=0,000



**Tabla 25. Coeficientes de Validez de las Pruebas  
Nivel Medio**

	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
S1	0,4068 (245) P=0,000	0,3955 (245) P=0,000	0,4248 (245) P=0,000	0,4563 (245) P=0,000	0,4191 (245) P=0,000
S2	0,4692 (250) P=0,000	0,4397 (250) P=0,000	0,4971 (250) P=0,000	0,4937 (250) P=0,000	0,4820 (250) P=0,000
S3	0,4886 (248) P=0,000	0,5166 (248) P=0,000	0,4683 (248) P=0,000	0,4941 (248) P=0,000	0,4634 (248) P=0,000
S4	0,5083 (244) P=0,000	0,4607 (244) P=0,000	0,4990 (244) P=0,000	0,5251 (244) P=0,000	0,5125 (244) P=0,000
S5	0,5098 (173) P=0,000	0,5401 (173) P=0,000	0,4648 (173) P=0,000	0,5418 (173) P=0,000	0,4765 (173) P=0,000
S6	0,2950 (172) P=0,000	0,3806 (172) P=0,000	0,2841 (172) P=0,000	0,3763 (172) P=0,000	0,3034 (172) P=0,000
S7	0,3456 (207) P=0,000	0,4973 (207) P=0,000	0,3787 (207) P=0,000	0,4162 (207) P=0,000	0,3446 (207) P=0,000
S8	0,2598 (134) P=0,001	0,3160 (134) P=0,000	0,2761 (134) P=0,001	0,2568 (134) P=0,001	0,2699 (134) P=0,001
S9	0,3826 (173) P=0,000	0,4289 (173) P=0,000	0,3608 (173) P=0,000	0,3868 (173) P=0,000	0,3988 (173) P=0,000
L1	0,4206 (245) P=0,000	0,5762 (245) P=0,000	0,4509 (245) P=0,000	0,4332 (245) P=0,000	0,3726 (245) P=0,000
L2	0,5844 (250) P=0,000	0,6539 (250) P=0,000	0,5574 (250) P=0,000	0,5578 (250) P=0,000	0,5303 (250) P=0,000

**Tabla 25. Coeficientes de Validez de las Pruebas  
Nivel Medio (continuación)**

	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
L3	0,3647 (247) P=0,000	0,4343 (247) P=0,000	0,4003 (247) P=0,000	0,4363 (247) P=0,000	0,4185 (247) P=0,000
LT4	0,2987 (244) P=0,000	0,4511 (244) P=0,000	0,2915 (244) P=0,000	0,3634 (244) P=0,000	0,3368 (244) P=0,000
L5	0,4061 (165) P=0,000	0,4088 (165) P=0,000	0,4147 (165) P=0,000	0,4149 (165) P=0,000	0,2984 (165) P=0,000
RI1	0,4566 (245) P=0,000	0,5084 (245) P=0,000	0,5397 (245) P=0,000	0,5390 (245) P=0,000	0,4813 (245) P=0,000
RI2	0,3704 (170) P=0,000	0,4206 (170) P=0,000	0,4879 (170) P=0,000	0,4841 (170) P=0,000	0,3100 (170) P=0,000
RI3	0,4593 (250) P=0,000	0,4400 (250) P=0,000	0,4635 (250) P=0,000	0,4641 (250) P=0,000	0,4236 (250) P=0,000
RI4	0,4613 (245) P=0,000	0,4552 (245) P=0,000	0,4988 (245) P=0,000	0,4298 (245) P=0,000	0,3815 (245) P=0,000
RI5	0,3338 (207) P=0,000	0,3479 (207) P=0,000	0,2425 (207) P=0,000	0,3462 (207) P=0,000	0,2388 (207) P=0,000
RD1	0,2007 (207) P=0,002	0,1951 (207) P=0,002	0,2377 (207) P=0,000	0,2704 (207) P=0,000	0,2653 (207) P=0,000
RD2	0,1256 (207) P=0,036	0,2002 (207) P=0,002	0,1243 (207) P=0,037	0,0973 (207) P=0,081	0,0920 (207) P=0,094
RD3	0,4914 (246) P=0,000	0,5468 (246) P=0,000	0,4800 (246) P=0,000	0,5521 (246) P=0,000	0,5006 (246) P=0,000

**Tabla 25. Coeficientes de Validez de las Pruebas  
Nivel Medio (continuación)**

	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
RD4	0,3681 (172) P=0,000	0,3880 (172) P=0,000	0,4030 (172) P=0,000	0,4200 (172) P=0,000	0,3246 (172) P=0,000
FLT1	0,2225 (135) P=0,005	0,1725 (135) P=0,023	0,1555 (135) P=0,036	0,2471 (135) P=0,002	0,1939 (135) P=0,012
FL2	0,3133 (132) P=0,000	0,2354 (132) P=0,003	0,3113 (132) P=0,000	0,2902 (132) P=0,000	0,2172 (132) P=0,006
FL3	0,3559 (54) P=0,004	0,3587 (54) P=0,004	0,3702 (54) P=0,003	0,3566 (54) P=0,004	0,2732 (54) P=0,023
FLT4	0,1695 (207) P=0,007	0,2343 (207) P=0,000	0,2045 (207) P=0,002	0,2238 (207) P=0,001	0,1712 (207) P=0,007
FLT5	0,4226 (172) P=0,000	0,3671 (172) P=0,000	0,4155 (172) P=0,000	0,3613 (172) P=0,000	0,3642 (172) P=0,000
FLT6	0,3976 (208) P=0,000	0,4115 (208) P=0,000	0,3921 (208) P=0,000	0,4199 (208) P=0,000	0,3200 (208) P=0,000
PT1	0,1228 (245) P=0,027	0,2182 (245) P=0,000	0,1161 (245) P=0,035	0,1712 (245) P=0,004	0,1788 (245) P=0,002
PT2	0,4429 (250) P=0,000	0,4718 (250) P=0,000	0,4103 (250) P=0,000	0,4552 (250) P=0,000	0,4418 (250) P=0,000
P3	0,4080 (245) P=0,000	0,4173 (245) P=0,000	0,3998 (245) P=0,000	0,4027 (245) P=0,000	0,4224 (245) P=0,000
PT4	0,5041 (243) P=0,000	0,5369 (243) P=0,000	0,4669 (243) P=0,000	0,5054 (243) P=0,000	0,4908 (243) P=0,000



En las tablas 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 y 6.9, se presentan los resultados del análisis de la Regresión Múltiple con el conjunto de las pruebas predictoras para cada una de las materias escolares estudiadas en el nivel Medio.

Considerando como criterio la **Lengua Española**, se obtuvo una ecuación con 5 predictores, todos ellos estadísticamente significativos:

- S5: Completar oraciones
- S9: Información
- L2: Morfología
- RI-4: Relaciones de inclusión
- P2: Rapidez de comparación

Con el conjunto de los cinco predictores se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 6.5.

**Tabla 6.5. Coeficientes de las variables predictoras de Lengua**

MÚLTIPLE R		0,7451		
MÚLTIPLE R-SQUARE		0,5552		
ADJUSTED R-SQUARE		0,5390		
STD. ERROR OF EST.		0,8571		
			STD. ERROR OF COEFF	STD REG COEFF
	VARIABLE	COEFFICIENT		
	(Y-INTERCEPT		-0,65789)	
	S5 5	0,04319	0,0188	0,197
	S9 9	0,04044	0,0164	0,191
	L2 11	0,06155	0,0170	0,260
	RI4 18	0,04253	0,0199	0,153
	P2 44	0,02148	0,0102	0,155

El valor de F (5,137) fue de 34,20, siendo significativa con  $P = 0,000$ . Si observamos la columna de los coeficientes estandarizados puede observarse que el orden de importancia de los predictores es: Morfología, completar oraciones, información, rapidez de comparación y relaciones de inclusión.

Cuando consideramos como criterio el **Idioma**, se obtiene una ecuación de regresión con cuatro predictores:

- S1: Sinónimos
- S5: Completar oraciones
- L2: Morfología
- F6: Verificación de sentencias,

Los resultados se presentan en la tabla 6.6.

**Tabla 6.6. Coeficientes de las variables predictoras de Idioma**

MÚLTIPLE R		0,7292		
MÚLTIPLE R-SQUARE		0,5317		
ADJUSTED R-SQUARE		0,5181		
STD. ERROR OF EST.		0,9538		
			STD. ERROR OF COEFF	STD REG COEFF
		(Y-INTERCEPT	-0,60551)	
S1	1	0,05548	0,0206	0,198
S5	5	0,06579	0,0188	0,275
L2	11	0,07590	0,0179	0,294
FL6	48	0,02772	0,0127	0,158

El valor de F (4,138) fue de 39,17, con  $P=0,000$ . El orden de importancia de las predictoras es: Morfología, completar oraciones, sinónimos y verificación de sentencias.

Si consideramos como variable criterio las **Matemáticas**, la ecuación de regresión está formada por cuatro predictores:

- S5: Completar oraciones
- L2: Morfología
- RI4: Relaciones de inclusión
- RD1: Juicio crítico

Los resultados se presentan en la tabla 6,7,

**Tabla 6.7. Coeficientes de las variables predictoras de Matemáticas**

MÚLTIPLE R		0,7588		
MÚLTIPLE R-SQUARE		0,5758		
ADJUSTED R-SQUARE		0,5635		
STD. ERROR OF EST.		0,8701		
			STD. ERROR OF COEFF	STD REG COEFF
		(Y-INTERCEPT	-1,54072)	
S5	5	0,07819	0,0164	0,341
L2	11	0,04916	0,0164	0,199
RI4	18	0,08091	0,0201	0,278
RD1	19	0,05717	0,0196	0,176

El valor del estadístico F (4,138) fue 46,83, con  $p = 0,000$ . El orden de importancia de los predictores es: Completar oraciones, relaciones de inclusión, morfología y juicio crítico.

Para la variable criterio **Ciencias Naturales** fueron seleccionados 8 predictores:

- S4: Series verbales
- S5: Completar oraciones
- S8: Memorización comprensiva
- L2: Morfología
- RI1: Analogías
- RI3: Jerarquización de conceptos
- RI4: Relaciones de inclusión
- P3: Frases borrosas

El valor de los coeficientes de validez múltiple fue el siguiente:

**Tabla 6.8. Coeficientes de las variables predictoras de Ciencias Naturales**

MÚLTIPLE R		0,7487		
MÚLTIPLE R-SQUARE		0,5606		
ADJUSTED R-SQUARE		0,5344		
STD. ERROR OF EST.		0,8603		
			STD. ERROR	STD REG
VARIABLE		COEFFICIENT	OF COEFF	COEFF
	(Y-INTERCEPT		-0,46014)	
S4	4	0,04704	0,0188	0,198
S5	5	0,08600	0,0201	0,392
S8	8	-0,03735	0,0183	-0,147
L2	11	0,06916	0,0168	0,292
RI1	16	0,07213	0,0203	0,307
RI3	17	-0,06304	0,0182	-0,285
RI4	18	0,04893	0,0215	0,176
P3	26	-0,02728	0,0130	-0,159

El estadístico F (8,134) alcanzó el valor de 21,37.  $P = 0,000$ , También las variables S5, RI4 y L2 tienen un importante peso en la predicción del rendimiento en Ciencias Naturales.

Con la variable criterio **Ciencias Sociales**, se obtiene una ecuación con cinco predictores. En la tabla 6.9. se presentan los coeficientes de regresión.

- S1: Sinónimos
- S7: Definiciones
- L2: Morfología



- RI4: Relaciones de inclusión
- RD3: Idea principal

**Tabla 6.9. Coeficientes de las variables predictoras de Ciencias Sociales**

MÚLTIPLE R		0,7063		
MÚLTIPLE R-SQUARE		0,4988		
ADJUSTED R-SQUARE		0,4805		
STD, ERROR OF EST,		0,9570		
	VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR OF COEFF	STD REG COEFF
	(Y-INTERCEPT		-0,31084)	
S1	1	0,04553	0,0220	0,168
S7	7	0,04539	0,0221	0,190
L2	11	0,04792	0,0186	0,192
RI4	18	0,05902	0,0223	0,201
RD3	20	0,04028	0,0196	0,161

El estadístico F (5,137) alcanzó el valor de 27, 27, con  $P=0,000$ . Como puede observarse en la tabla, de nuevo la variable RI4 es un importante predictor del rendimiento en las Ciencias Sociales.

## 6.5. DISCUSIÓN

Tras finalizar esta primera parte del trabajo, podemos concluir que los resultados apuntan en el sentido esperado al presentar el proyecto. En general, la mayor parte de las pruebas, en ambos niveles, alcanzan unos coeficientes de fiabilidad bastante elevados, que aún esperamos mejorar con la versión definitiva; los ajustes al modelo de la TRI de 3 parámetros, también pueden considerarse satisfactorios, teniendo además los tests unos niveles de dificultad media promedio, lo que los hace especialmente aconsejables para la evaluación en el contexto educativo.

Por lo que se refiere a la validez para las diferentes materias escolares, los coeficientes son considerablemente altos, especialmente para los tests de los bloques semántico (S), Razonamiento (RI y RD) y lingüístico (L), aunque son más bien bajos para los tests más simples, que ponen en juego mecanismos en los que intervienen fundamentalmente la rapidez (bloques F). En cambio es interesante la validez de algunas pruebas perceptivas como P-2 Rapidez de Comparación (P-2), Visualización Ortográfica (P-4) e Integración Perceptiva (P-3).

En cuanto a la hipotetizada validez diferencial, para las diferentes materias escolares, los resultados de la regresión lineal múltiple apuntan en esta dirección, encontrándose conjuntos de predictores diferentes para cada una de ellas. No obstante, hay dos predictores cuya presencia es prácticamente universal: Completar Oraciones (S5) y Morfología (L-2).

Los estudios de validación, una vez corregidas las pruebas, según los resultados de este segundo estudio, son objeto del estudio 3. Se modifican las siglas de algunos de los tests, especialmente de los de razonamiento, en este estudio clasificados en RI (razonamiento inductivo) y RD (razonamiento deductivo), pasando a ser todos R, dada la imposibilidad de replicar los dos factores.

## ESTUDIO 3: PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DE LOS TESTS DE LAS BATERÍAS, VALIDEZ PREDICTIVA Y ESTRUCTURA FACTORIAL

### 7.1. OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

En el estudio 3 se utilizó una batería formada por 28 tests, después de eliminar aquellos con peor funcionamiento en el estudio 2. También se eliminaron algunos ítems que no cumplían con los criterios señalados en cuanto al ajuste al modelo de tres parámetros de la **TRI** y se retocaron otros, después del análisis de los **distractores** (aquellos seleccionados por menos del 3% de los sujetos), para obtener tests de mayor calidad. Dos de los tests utilizados, M1 y M2, que son de memoria, se analizan en cuanto a sus propiedades psicométricas y validez predictiva, pero no se tienen en cuenta en el estudio factorial.

Este estudio tiene 3 objetivos:

1. Determinar las propiedades psicométricas de los tests definitivos, así como de los ítems que los componen.
2. Analizar la validez referida al criterio de cada una de las pruebas, utilizando como criterio externo el rendimiento académico, operacionalizado en las calificaciones escolares.
3. Establecer la estructura factorial de las aptitudes verbales convergentes en los niveles de edad señalados.

El análisis de cada uno de estos tres objetivos será objeto de apartados separados. Se describen a continuación los aspectos generales del método, comunes a los tres objetivos.

### 7.2. MÉTODO

#### **Sujetos**

Los sujetos a los que se les aplicaron las pruebas fueron todos de colegios públicos y se distribuyen según los datos presentados en las tablas 7.1 y 7.2.



**Tabla 7.1. Sujetos de nivel elemental**

<b>Colegio</b>	<b>Curso</b>	<b>N</b>
Jarama (S. Fernando de Henares)	5°	63
Jarama (S. Fernando de Henares)	6°	85
Ciudades Unidas (S. Fdo. Henares)	7°	63
Total		211

**Tabla 7.2. Sujetos de nivel medio**

<b>Colegio</b>	<b>Curso</b>	<b>N</b>
Jarama (S. Fernando de Henares)	8°	67
Ciudades Unidas (S. Fdo. Henares)	8°	54
Séneca (Coslada)	8°	62
Total		183

En las dos muestras se aplicaron los tests a clases enteras, estando equilibrada la composición por sexos de las mismas.

Estas muestras presentan algunas deficiencias, que fue imposible eliminar, como son la presencia únicamente de colegios públicos y la no inclusión de sujetos de 1° de BUP. Dada la duración del tiempo de aplicación, no se consiguieron permisos en los centros privados. Este hecho puede tener repercusiones en algunos resultados, debido a la mayor homogeneidad de las muestras. No obstante, como es sabido de la teoría psicométrica, esta homogeneidad **reduce** el valor de los coeficientes de fiabilidad y validez; por lo tanto, es de esperar que en muestras con mayor dispersión o rango, los valores aquí presentados fuesen superados.

### **Variables**

A continuación se presenta la lista de variables (pruebas) utilizadas en este estudio. Responden a una primera clasificación de las pruebas en cuanto a los hipotéticos factores que se pretendían medir. Algunas de ellas, como se verá en la última parte del estudio, forman parte de otros factores diferentes.

**Semántico**

- Sinónimos (S-1)
- Antónimos (S-2)
- Clasificación de Conceptos (S-3)
- Series Verbales (S-4)
- Completar Oraciones (S-5)
- Significado en Contexto (S-6)
- Definiciones (S-7)
- Comprensión Lectora (S-8)
- Comprensión de Relatos Orales (S-9)
- Información General (S-10)

**Razonamiento Inductivo y Deductivo**

- Analogías (R-1)
- Mapas Conceptuales (R-2)
- Relaciones de Inclusión (R-3)
- Idea Principal (R-4)
- Razonamiento Transitivo (R-5)
- Secuencias Verbales (R-6)
- Series Analógicas (R-7)
- Metáforas (R-8) (en el nivel medio)
- Ordenación de Palabras (R-9)

**Lingüístico**

- Sintaxis (L-1)
- Morfología (L-2)
- Visualización Ortográfica (L-3)

**Rapidez/Clausura Verbal**

- Rapidez Lectora (F-1)
- Fluidez Relacional (F-2)
- Rapidez de Comparación (F-3)
- Integración Perceptiva (F-4)
- Palabras Mezcladas (F-5)

**Memoria inmediata**

- Pares Asociados (M-1)
- Memoria de Conceptos (M-2)

Estos dos últimos tests no forman parte del estudio factorial.

## **Procedimiento**

El mismo descrito en el estudio 2, con las modificaciones derivadas de la eliminación de algunas pruebas.

### **7.3. RESULTADOS EN CUANTO A FIABILIDAD DE LOS TESTS Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS**

En la tabla 7.3 se presentan las características de los tests definitivos, tal como quedarían configurados después del análisis de ítems realizado con la teoría clásica de los tests y con la teoría de la respuesta al ítem.

Los índices de Fiabilidad, una vez reducidas las pruebas a 32 elementos, son buenos. Cabría mejorar el de memoria de conceptos (M-4). Es importante hacer constatar que la muestra de nivel medio es presumiblemente muy homogénea, de nivel socio-económico medio-bajo, extraída de alumnos de 8º, de colegios públicos de Coslada y San Fernando de Henares (Madrid). Sobre todo las pruebas de comprensión semántica resultaron un poco difíciles, por lo que muchos ítems no discriminan bien. En una muestra más amplia mejorarán los índices de fiabilidad, sobre todo de estas pruebas. La prueba de pares asociados deberá aumentar claramente su fiabilidad porque la prueba definitiva constará de un 25% más de elementos en los dos niveles.

### **7.4. VALIDEZ PREDICTIVA DE LOS TESTS**

A continuación se presentan los resultados de los estudios de validez predictiva, tanto criterial como de constructo. Se utilizaron tres tipos de análisis de datos:

1) Correlaciones producto-momento de Pearson, para cada una de las variables predictoras con cada uno de los criterios, con objeto de examinar el coeficiente de validez individual de cada test con cada criterio.

2) Análisis de regresión múltiple, con cada uno de los criterios como variables dependientes y el conjunto de los tests como variables predictoras. Se utilizó el procedimiento **stepwise** (paso a paso) para seleccionar el conjunto de variables que entran en la ecuación de predicción. Estos análisis fueron realizados con el programa SPSS-REGRESSION.

3) Análisis de la correlación canónica para establecer la relación existente entre los dos conjuntos de variables, predictoras (tests) y criterio (calificaciones en las materias escolares). Estos análisis fueron realizados con el programa BMDP6M.



Tabla 7.3. INVE. Bateria de Tests de Inteligencia Verbal. Resumen Fiabilidad y Estadísticos Fundamentales

Factores	Nº	Denominación	Código	Elementos (Nº)	Alfa	N Nivel Elemental	Media D.T.	Alfa	N Nivel Medio	Media D.T.
<b>Comprensión Semántica</b>	1	Sinónimos	S-1	32-32	0,86	214	16,71 6,20	0,77	179	12,98 4,64
	2	Antónimos	S-2	32-32	0,84	215	18,67 5,86	0,76	179	14,06 4,83
	3	Agrupación de Conceptos	S-3	32-32	0,82	210	20,16 5,35	0,76	179	15,97 4,71
	4	Series Verbales	S-4	32-32	0,88	212	19,77 6,67	0,77	181	14,73 4,91
	5	Completar Oraciones	S-5	32-32	0,86	182	16,74 6,25	0,82	181	15,88 5,86
	6	Significado en Contexto	S-6	32-32	0,89	210	17,01 6,84	0,77	178	14,17 4,85
	7	Definiciones	S-7	32-32	0,85	207	18,78 5,99	0,80	179	13,42 5,24
	8	Comprensión Lectora	S-8	26-26	0,84	214	11,68 5,31	0,75	178	9,33 4,47
	9	Comprensión Relato Oral	S-9	26-26	0,88	210	16,11 6,04	0,83	178	15,50 5,26
	12	Información General	S-10	32-32	0,89	211	17,12 7,01	0,80	179	15,25 5,42
<b>Memoria</b>	10	Pares Asociados	M-1	20-25	0,84	213	10,67 3,60	0,85	181	14,44 4,31
	11	Memoria de Conceptos	M-2	32-32	0,66	183	25,33 5,60	0,74	181	24,71 6,98
<b>Razonamiento Inductivo</b>	13	Analogías	R-1	32-32	0,91	214	16,64 7,53	0,85	182	13,68 6,05
	14	Mapas Conceptuales	R-2	26-26	0,86	212	12,17 5,71	0,83	179	12,12 5,23
	15	Relaciones de Inclusión	R-3	26-26	0,78	63	12,22 4,78	0,80	114	10,68 5,05
	16	Idea Principal	R-4	26-32	0,79	62	14,26 4,66	0,80	113	13,44 5,42
	17	Razonamiento Transitivo	R-5	26-26	0,83	211	12,83 5,39	0,83	177	12,46 5,25
	18	Secuencias Verbales	R-6	32-32	0,92	211	17,33 8,20	0,90	181	17,79 7,41
	19	Series Analógicas	R-7	32-32	0,91	63	16,57 7,58	0,87	112	16,53 6,45
	20	Ordenación de Palabras	R-8	26-26	0,85	182	14,24 5,38	0,74	178	14,86 4,16
	21	Metáforas	R-9	- 32				0,84	58	13,29 6,14
<b>Lingüístico</b>	22	Sintaxis	L-1	26-26	0,89	216	14,26 6,22	0,84	180	15,01 5,22
	23	Morfología	L-2	26-26	0,84	214	12,65 5,39	0,84	180	10,78 5,52
	24	Visualización Ortográfica	L-3	50-50	0,88	213	23,95 14,65	0,76	180	17,35 11,47
<b>Rapidez</b>	25	Rapidez Lectora	F-1	32-32	0,92	213	18,28 6,71	0,88	180	19,71 5,42
	26	Fluidez Relacional	F-2	32-32	0,72	182	17,66 5,84	0,72	177	17,87 5,79
	27	Rapidez de Comparación	F-3	26-26	0,94	212	17,25 7,36	0,92	177	18,67 6,09
	28	Integración Perceptiva	F-4	50-50	0,91	146	27,87 11,07	0,89	180	30,11 10,79
	29	Palabras Mezcladas	F-5	50-50						

Los tres tipos de análisis fueron realizados con cada una de las baterías de tests, es decir, en los niveles medio y elemental.

#### 7.4.1. Resultados obtenidos en el nivel elemental

##### 7.4.1.1. Coeficientes de validez de los tests

En la tabla 7.4 se presentan los valores de las correlaciones de Pearson, junto con el número de sujetos utilizados en su cálculo y la significación estadística (unidireccional, es decir, de que en la población el coeficiente es mayor que 0).

Los nombres de algunas de las variables criterio están abreviados: MATE = Matemáticas; NATU = Ciencias Naturales y SOCI = Ciencias Sociales.

**Tabla 7.4. Coeficientes de validez de los tests**

Tests	Criterios de Rendimiento				
	LENGUA	IDIOMA	MATE	NATU	SOCI
S1	0,5518 (148) P=0,000	0,5635 (149) P=0,000	0,4915 (149) P=0,000	0,5242 (149) P=0,000	0,5847 (149) P=0,000
S2	0,6131 (149) P=0,000	0,5442 (150) P=0,000	0,5647 (150) P=0,000	0,6045 (150) P=0,000	0,5920 (150) P=0,000
S3	0,4707 (146) P=0,000	0,5098 (147) P=0,000	0,5340 (147) P=0,000	0,4639 (147) P=0,000	0,4324 (147) P=0,000
S4	0,5725 (146) P=0,000	0,5418 (147) P=0,000	0,5797 (147) P=0,000	0,5358 (147) P=0,000	0,5179 (147) P=0,000
S5	0,7166 (116) P=0,000	0,6962 (117) P=0,000	0,6187 (117) P=0,000	0,7178 (117) P=0,000	0,5886 (117) P=0,000
S6	0,6213 (146) P=0,000	0,5490 (147) P=0,000	0,6122 (147) P=0,000	0,6517 (147) P=0,000	0,6215 (147) P=0,000
S7	0,5786 (145) P=0,000	0,5390 (146) P=0,000	0,5914 (146) P=0,000	0,5767 (146) P=0,000	0,5476 (146) P=0,000

**Tabla 7.4. Coeficientes de validez de los tests (continuación)**

Tests	Criterios de Rendimiento				
	LENGUA	IDIOMA	MATE	NATU	SOCI
S8	0,4986 (148) P=0,000	0,4247 (149) P=0,000	0,5172 (149) P=0,000	0,4729 (149) P=0,000	0,4348 (149) P=0,000
S10	0,4836 (146) P=0,000	0,5271 (147) P=0,000	0,5353 (147) P=0,000	0,5368 (147) P=0,000	0,4731 (147) P=0,000
S9	0,6277 (147) P=0,000	0,5515 (148) P=0,000	0,6220 (148) P=0,000	0,6596 (148) P=0,000	0,5982 (148) P=0,000
R1	0,4588 (148) P=0,000	0,4041 (149) P=0,000	0,5276 (149) P=0,000	0,5028 (149) P=0,000	0,3763 (149) P=0,000
R2	0,5901 (147) P=0,000	0,4744 (148) P=0,000	0,6054 (148) P=0,000	0,5663 (148) P=0,000	0,4450 (148) P=0,000
R3	0,4063 (148) P=0,000	0,4343 (149) P=0,000	0,5237 (149) P=0,000	0,4619 (149) P=0,000	0,4034 (149) P=0,000
R4	0,6657 (147) P=0,000	0,5736 (148) P=0,000	0,5687 (148) P=0,000	0,5983 (148) P=0,000	0,6178 (148) P=0,000
R5	0,5207 (147) P=0,000	0,4663 (148) P=0,000	0,5663 (148) P=0,000	0,5236 (148) P=0,000	0,4298 (148) P=0,000
R6	0,5380 (147) P=0,000	0,3892 (148) P=0,000	0,4384 (148) P=0,000	0,5266 (148) P=0,000	0,4173 (148) P=0,000
R7	0,4382 (145) P=0,000	0,4322 (146) P=0,000	0,4617 (146) P=0,000	0,4080 (146) P=0,000	0,3608 (146) P=0,000
R10	0,3740 (149) P=0,000	0,4606 (150) P=0,000	0,3694 (150) P=0,000	0,2932 (150) P=0,000	0,5069 (150) P=0,000



**Tabla 7.4. Coeficientes de validez de los tests (continuación)**

Tests	Criterios de Rendimiento				
	LENGUA	IDIOMA	MATE	NATU	SOCI
R8	0,6889 (116) P=0,000	0,6289 (117) P=0,000	0,5565 (117) P=0,000	0,6546 (117) P=0,000	0,5841 (117) P=0,000
L1	0,5260 (149) P=0,000	0,5103 (150) P=0,000	0,4901 (150) P=0,000	0,5033 (150) P=0,000	0,4921 (150) P=0,000
L2	0,6859 (149) P=0,000	0,6696 (150) P=0,000	0,5624 (150) P=0,000	0,5738 (150) P=0,000	0,6271 (150) P=0,000
L3	0,6088 (147) P=0,000	0,5813 (148) P=0,000	0,4491 (148) P=0,000	0,5599 (148) P=0,000	0,5843 (148) P=0,000
F1	0,2684 (148) P=0,000	0,2821 (149) P=0,000	0,1875 (149) P=0,011	0,1673 (149) P=0,021	0,2922 (149) P=0,000
F2	0,4468 (147) P=0,000	0,3830 (148) P=0,000	0,3724 (148) P=0,000	0,3288 (148) P=0,000	0,3061 (148) P=0,000
F3	0,3240 (116) P=0,000	0,2148 (117) P=0,0100	0,2559 (117) P=0,003	0,3185 (117) P=0,000	0,1604 (117) P=0,042
F4	0,4908 (146) P=0,000	0,4690 (147) P=0,000	0,4778 (147) P=0,000	0,4775 (147) P=0,000	0,4501 (147) P=0,000
F5	0,4780 (143) P=0,000	0,4273 (143) P=0,000	0,3833 (143) P=0,000	0,3566 (143) P=0,000	0,4949 (143) P=0,000
M1	0,3940 (147) P=0,000	0,4716 (148) P=0,000	0,3009 (148) P=0,000	0,2655 (148) P=0,001	0,4329 (148) P=0,000
M2	0,2836 (116) P=0,001	0,2682 (117) P=0,002	0,1539 (117) P=0,049	0,1849 (117) P=0,023	0,3922 (117) P=0,000

Como puede observarse, la mayor parte de los test presentan elevados coeficientes de validez individuales con todas las materias escolares, siendo ésto especialmente evidente en los tests Semánticos, de Razonamiento y Lingüísticos.

#### **7.4.1.2. Ecuaciones de regresión múltiple para la predicción del rendimiento en las diferentes materias escolares**

A continuación se presentan los resultados de las ecuaciones de regresión múltiple para cada una de las materias. Estos resultados se presentan en las tablas 7.5 a 7.9.

**Tabla 7.5. Predicción del rendimiento en Lengua**

Multiple R	0,88091				
R Square	0,77600				
Adjusted R Square	0,75509				
Standard Error	0,65095				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	7	110,09303		15,72758	
Residual	75	31,77981		0,42373	
F =	37,11690	Signif F =	0,0000		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
S5	0,064987	0,016774	0,348123	3,874	0,0002
L2	0,073627	0,017211	0,321313	4,278	0,0001
R4	0,077326	0,020075	0,280019	3,852	0,0002
R1	-0,060108	0,013468	-0,376824	-4,463	0,0000
R8	0,076617	0,020793	0,328140	3,685	0,0004
R2	0,049629	0,015371	0,236409	3,229	0,0018
R6	-0,024025	0,010525	-0,166451	-2,283	0,0253
(Constant)	-0,996466	0,252235		-3,951	0,0002

Como puede observarse, siete variables proporcionan una ecuación de regresión múltiple de 0,88. De ellas, cinco corresponden al factor de razonamiento, otra al factor semántico (S5) y una al factor lingüístico (L2).

**Tabla 7.6. Predicción del rendimiento en Matemáticas**

Multiple R	0,70950				
R Square	0,50339				
Adjusted R Square	0,48477				
Standard Error	0,95506				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	3	73,96703	24,65568		
Residual	80	72,97045	0,91213		
F =	27,03086	Signif F =	0,0000		
Equation Number 1	Dependent Variable.	MATE	MATEMÁTICAS		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
S9	0,038763	0,021190	0,224619	1,829	0,0711
R2	0,065072	0,021790	0,306432	2,986	0,0037
S5	0,054381	0,021786	0,287985	2,496	0,0146
(Constant)	-0,427435	0,332359		-1,286	0,2021

Tres variables, dos de ellas pertenecientes al factor semántico, S5 (Completar frases), M% (Información general) y una de Razonamiento, R2 (Jerarquía de Conceptos), permiten alcanzar una correlación múltiple con el criterio de Matemáticas de aproximadamente 0,71.

**Tabla 7.7. Predicción del rendimiento en Idiomas**

Multiple R	0,81705			
R Square	0,66757			
Adjusted R Square	0,64626			
Standard Error	0,85587			
Analysis of Variance				
	DF	Sum of Squares	Mean Square	
Regression	5	114,73495	22,94699	
Residual	78	57,13552	0,73251	
F =	31,32666	Signif F =	0,0000	



Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
S5	0,090735	0,021630	0,444286	4,195	0,0001
L2	0,095557	0,022214	0,381181	4,302	0,0000
R1	-0,061837	0,016902	-0,354353	-3,659	0,0005
R8	0,058087	0,026418	0,227401	2,199	0,0309
R4	0,054330	0,025897	0,179839	2,098	0,0391
(Constant)	-0,755255	0,328073		-2,302	0,0240

La correlación múltiple encontrada con cinco variables es de 0,82 aproximadamente, lo que revela una buena eficacia para el pronóstico de las calificaciones en Idioma. Como con los criterios anteriores, una variable semántica S5 (completar oraciones), varias de razonamiento, son seleccionadas para el pronóstico; una variable lingüística, L2 (Morfología), también influye en el pronóstico.

**Tabla 7.8. Predicción del rendimiento en CC. Naturales**

Multiple R	0,80584				
R Square	0,64938				
Adjusted R Square	0,63163				
Standard Error	0,80203				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	4	94,11922	23,52980		
Residual	79	50,81747	0,64326		
F =	36,57904	Signif F =	0,0000		
Equation Number 1	Dependent Variable.	MATE	MATEMÁTICAS		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
S5	0,112979	0,017320	0,602420	6,523	0,0000
R4	0,069134	0,023931	0,249200	2,889	0,0050
F1	-0,008067	0,002091	-0,299095	-3,858	0,0002
L2	0,047305	0,020091	0,205491	2,355	0,0210
(Constant)	0,004448	0,333401		0,013	0,9894

El valor del coeficiente de correlación múltiple también es muy elevado y ésta se alcanza con cuatro variables únicamente: de nuevo S5 y L2 resultan seleccio-

nadas; otra variable lingüística R4 (extraer la idea principal de un texto) y por primera vez aparece una variable ligada a la rapidez de clausura, F1 (rapidez lectora).

**Tabla 7.9. Predicción del rendimiento en CC. Sociales**

Multiple R	0,83389				
R Square	0,69537				
Adjusted R Square	0,66287				
Standard Error	0,83561				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	8	119,53840		14,94230	
Residual	75	52,36871		0,69825	
F =	21,39966	Signif F =	0,0000		
Equation Number 1	Dependent Variable.	SOCI	CIENCIAS SOCIALES		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
L2	0,073501	0,022457	0,293169	3,273	0,0016
S6	0,070351	0,022011	0,368073	3,196	0,0020
R1	-0,068964	0,017317	-0,395150	-3,982	0,0002
F5	0,027049	0,009404	0,226923	2,876	0,0052
R4	0,085100	0,027259	0,281659	3,122	0,0026
M2	0,038727	0,013867	0,191164	2,793	0,0066
R6	-0,038271	0,013751	-0,242339	-2,783	0,0068
R8	0,068915	0,025887	0,269765	2,662	0,0095
(Constant)	-1,840930	0,474480		-3,880	0,0002

Como en casos anteriores, la correlación múltiple de la combinación lineal de variables seleccionadas con el rendimiento en CC. Sociales es muy elevada. No obstante, las variables seleccionadas presentan ciertas peculiaridades que las diferencian de los criterios anteriores. Aparecen variables de razonamiento R1, R8 y R6, la variable lingüística L2, que es importante también en los casos anteriores, una nueva variable de rapidez, F5 (palabras ocultas) y uno de los tests de memoria, M2.

### 7.4.1.3. Correlaciones canónicas

Cuando existen criterios múltiples, como es el caso de las diversas materias escolares, una técnica de análisis de datos muy utilizada es la correlación canónica, que simultáneamente analiza las relaciones entre el conjunto de variables criterio y el conjunto de variables predictoras (y en general, cualesquiera pares de conjuntos con significación teórica). La técnica es un procedimiento para describir de forma parsimoniosa el número y naturaleza de relaciones mutuamente independientes existentes entre los dos conjuntos. Obtiene pares de combinaciones lineales incorrelacionadas con las demás y que manifiesten máxima correlación entre sí. En cierto sentido, es una técnica similar al análisis de componentes principales, puesto que ambos representan esquemas de reducción con variables incorrelacionadas. En la correlación canónica, normalmente los primeros pares de combinaciones lineales explican la mayor parte de la asociación entre conjuntos. La correlación entre las variables originales y las canónicas permite interpretar y dar significado a las variables canónicas. El procedimiento comienza buscando dos combinaciones lineales, una de cada conjunto, que muestren la máxima correlación posible.

Si denotamos por  $x$  a las variables predictoras y por  $y$  a las criterio:

$$u_1 = a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1p} x_p$$

$$v_1 = b_{11} y_1 + b_{12} y_2 + \dots + b_{1q} y_q$$

Donde los pesos se asignan de tal modo que la correlación entre las dos variables o combinaciones lineales sea máxima. Esta correlación es la primera correlación canónica y se denota como  $R_1$ .

A continuación se busca un segundo par de combinaciones lineales, no correlacionadas con el primer par, tales que la correlación de Pearson entre ambas sea máxima:

$$u_2 = a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2p} x_p$$

$$v_2 = b_{21} y_1 + b_{22} y_2 + \dots + b_{2q} y_q$$

Esta correlación será menor que  $R_1$  y será denotada como  $R_2$  y es la segunda correlación canónica.

En general, si existen  $p$  variables en un conjunto y  $q$  en el otro, el número máximo posible de correlaciones canónicas es  $\min(p, q)$ . De ellas, no todas serán significativas. Un test desarrollado por Bartlett, permite determinar la significación estadística de las correlaciones.

Es conveniente dar un significado o interpretación a las variables canónicas examinando para cada conjunto las correlaciones entre las variables canónicas y las variables canónicas (de la misma forma que con el examen de la matriz de saturaciones el análisis factorial y de componentes principales).

Otro dato interesante en la interpretación de la correlación canónica es el denominado **índice de redundancia**. En la regresión múltiple, la correlación



múltiples al cuadrado representa la proporción de variación del criterio explicada por la combinación lineal de variables predictoras seleccionadas. Una correlación canónica al cuadrado, por el contrario, simplemente expresa la proporción de varianza común que muestran las dos variables canónicas en cuestión y no necesariamente la varianza común entre los dos conjuntos. Para examinar el grado de solapamiento o variación común entre los dos conjuntos, Stewart y Love (1968) desarrollaron el **índice de redundancia** para establecer el grado de solapamiento o variación común compartida por los dos conjuntos de variables. Si el cuadrado de la correlación canónica  $i$ -ésima se denota como  $l_i$  (el autovalor correspondiente), el índice de redundancia  $R_{YX}$ .

Puesto que es éste el caso en la presente investigación, se decidió utilizar la correlación canónica para evaluar la validez referida al criterio múltiple (las cinco materias de rendimiento académico), utilizando el conjunto de las 26 variables predictoras.

A continuación se presentan los resultados del análisis de correlación canónica en el nivel elemental. Para los cálculos se utilizó el programa BMDP6M para los sujetos del nivel elemental.

**Primer conjunto de variables (dependientes)**

29 LENGUA	30 IDIOMA	31 MATE	32 NATU	33 SOCI
-----------	-----------	---------	---------	---------

**Segundo conjunto de variables (variables predictoras)**

1 S1	2 S2	3 S3	4 S4	5 S5
6 S6	7 S7	8 S8	9 S10	10 S9
11 R1	12 R2	13 R3	14 R4	15 R5
16 R6	17 R7	18 L1	19 L2	20 R8
21 L3	22 F1	23 F2	24 F3	25 F4
26 F5				

Los conjuntos quedaron pues definidos con 5 y 26 variables, respectivamente. En el anexo II se presenta la matriz de correlaciones utilizada como "input". Puede observarse en la citada matriz que las correlaciones entre las variables del primer conjunto son todas muy elevadas, revelando la fuerte correlación entre las calificaciones escolares de las distintas materias.

En la tabla 7.10 se presenta el resumen del análisis, con la significación estadística de las correlaciones.

**Tabla 7.10. Resumen del análisis de correlaciones canónicas.  
Elemental**

Eigenvalue	Canonical Correlation	Number of Eigenvalues	Bartlett's Test for Remaining Eigenvalues		
			Chi-Square	D.F.	Tail Prob.
			533,38	130	0,0000
0,89865	0,94797	1	240,37	100	0,0000
0,55343	0,74393	2	137,18	72	0,0000
0,37379	0,61138	3	77,26	46	0,0027
0,31286	0,55934	4	329,33	22	0,1383
0,20419	0,45187				

De las cinco variables canónicas, únicamente las cuatro primeras resultan estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ), como puede comprobarse mediante el test de Bartlett. No obstante, el número de variables con significación práctica real puede ser menor.

El test se basa en la significación de los autovalores. Puede observarse cómo los valores de las dos primeras correlaciones canónicas son muy elevados, decreciendo a partir de la tercera.

Una información interesante derivada del análisis de correlación canónica son las correlaciones de cada una de las variables canónicas con las variables originales, que ayudan a explicar la naturaleza de las nuevas variables canónicas. En la tabla 7.11 se presentan estos datos para el primer conjunto:

**Tabla 7.11. Correlación entre las variables canónicas y las variables originales para el primer conjunto**

		CNVRF1 1	CNVRF2 2	CNVRF3 3
LENGUA	29	0,949	0,047	0,139
IDIOMA	30	0,842	0,147	0,297
MATE	31	0,688	-0,145	0,697
NATU	32	0,880	-0,195	0,256
SOCI	33	0,791	0,478	0,348

Como puede observarse, la primera variable canónica correlaciona de forma muy elevada con todos los rendimientos escolares, especialmente con las materias lingüísticas y ciencias naturales. No obstante, los rendimientos en matemáticas y ciencias sociales, aunque muy ligados a esta primera variable, precisan

para su explicación de otras variables canónicas; así, la segunda variable canónica está ligada al rendimiento en ciencias sociales y la tercera al rendimiento en matemáticas. La primera, por lo tanto, podría interpretarse como **rendimiento académico en general**; la segunda, como **rendimiento en CC. Sociales**, y la tercera, como ligada al **rendimiento en Matemáticas**.

A continuación, en la tabla 7.12 se presentan las correlaciones múltiples al cuadrado de cada variable del primer conjunto con las tres variables canónicas definidas en el segundo conjunto:

**Tabla 7.12. Correlaciones múltiples de las variables del primer conjunto con las variables canónicas del segundo conjunto**

Variable	R-Squared	Adjusted R-Squared	F Statistic	Degrees of Freedom	P-Value
29 LENGUA	0,817216	0,776942	20,2926	118	0,0000
30 IDIOMA	0,682343	0,612351	9,7526	118	0,0000
31 MATE	0,618488	0,534426	7,3626	118	0,0000
32 NATU	0,741653	0,684729	13,0326	118	0,0000
33 SOCI	0,733351	0,674598	12,4826	118	0,0000

Todas las correlaciones múltiples son significativas ( $p = 0,0000$ ), y puede observarse cómo las mejores predicciones se obtienen para Lengua española, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, siendo considerablemente menor el valor obtenida para la predicción de las matemáticas. En la tabla 7.13 se presentan las correlaciones de cada una de las variables originales del segundo conjunto (predictoras) con las variables canónicas.

**Tabla 7.13. Correlaciones entre las variables originales y las variables canónicas del segundo conjunto (predictoras)**

		CNVR1 1	CNVR2 2	CNVR3 3
S1	1	0,592	0,205	0,317
S2	2	0,647	0,061	0,333
S3	3	0,475	-0,058	0,528
S4	4	0,575	-0,017	0,461
S5	5	0,798	-0,137	0,224
S6	6	0,659	0,040	0,422
S7	7	0,595	-0,009	0,463
S8	8	0,490	-0,068	0,410



**Tabla 7.13. Correlaciones entre las variables originales y las variables canónicas del segundo conjunto (predictoras) (continuación)**

		<b>CNVR51</b>	<b>CNVR52</b>	<b>CNVR53</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
S9	10	0,666	-0,028	0,417
S10	9	0,526	-0,057	0,473
R1	11	0,470	-0,223	0,445
R2	12	0,583	-0,237	0,416
R3	13	0,415	-0,094	0,585
R4	14	0,687	0,105	0,276
R5	15	0,523	-0,173	0,463
R6	16	0,436	-0,099	0,385
R7	17	0,364	0,433	0,443
R8	20	0,754	-0,030	0,146
L1	18	0,554	0,034	0,314
L2	19	0,711	0,155	0,268
L3	21	0,677	0,171	0,077
F1	22	0,263	0,249	0,098
F2	23	0,428	-0,079	0,160
F3	24	0,350	-0,277	-0,037
F4	25	0,512	-0,010	0,334
F5	26	0,464	0,286	0,226

La primera variable canónica puede interpretarse como un factor verbal general, definido fundamentalmente por tests semánticos y de razonamiento y es la que más correlaciona con el rendimiento académico general. La segunda está definida por algunos tests lingüísticos y de rapidez de clausura y por R7 y es la que más correlaciona con la variable canónica ligada a las ciencias sociales. Por último, la tercera variable está fuertemente correlacionada con los tests de razonamiento y es la que más correlaciona con la variable canónica de rendimiento ligada a las matemáticas.

En la tabla 7.14 se presentan otros estadísticos resumen para los dos conjuntos de variables.

**Tabla 7.14. Estadísticos resumen de los dos conjuntos de variables**

<b>Canon. Var.</b>	<b>Average Squared Loading For Each Canonical Variable (1st SET)</b>	<b>AV. SQ. Loading Times Squared Canon. Correl. (1ST SET)</b>	<b>Average Squared Loading For Each Canonical Variable (2Nd SET)</b>	<b>AV. SQ. Loading Times Squared Canon. Correl. (2ND SET)</b>	<b>Squared Canon. Correl.</b>
1	0,69650	0,62591	0,31549	0,28351	0,89865
2	0,06216	0,03440	0,02742	0,01518	0,55343
3	0,15596	0,05830	0,13294	0,04969	0,37379

La saturación al cuadrado promedio por la correlación canónica al cuadrado es la correlación promedio al cuadrado de una variable de un conjunto con la variable canónica del otro conjunto y es considerada a veces como una medida de la redundancia.

#### **7.4.2. Resultados obtenidos en el nivel medio**

##### **7.4.2.1. Coeficientes de validez de los tests**

En la tabla 7.15 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson de todas las variables predictoras con los distintos criterios, junto con el nivel de significación estadística (en una cola) y el número de sujetos con el que se calculó el coeficiente.

**Tabla 7.15. Coeficientes de validez de los tests. Criterios de rendimiento**

<b>Tests</b>	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
S1	0,3142 (177) P=0,000	0,3620 (177) P=0,000	0,3537 (177) P=0,000	0,3776 (177) P=0,000	0,2994 (176) P=0,000
S2	0,3592 (178) P=0,000	0,3788 (178) P=0,000	0,4026 (178) P=0,000	0,4575 (178) P=0,000	0,3402 (177) P=0,000
S3	0,5116 (178) P=0,000	0,5453 (178) P=0,000	0,5304 (178) P=0,000	0,5598 (178) P=0,000	0,4804 (177) P=0,000

**Tabla 7.15. Coeficientes de validez de los tests. Criterios de rendimiento (continuación)**

Tests	LENGUA	IDIOMA	MATE	NATU	SOCI
S4	0,4831 (180) P=0,000	0,4999 (180) P=0,000	0,5309 (180) P=0,000	0,5388 (180) P=0,000	0,4564 (179) P=0,000
S5	0,4605 (180) P=0,000	0,5237 (180) P=0,000	0,4928 (180) P=0,000	0,5088 (180) P=0,000	0,4791 (179) P=0,000
S6	0,4065 (177) P=0,000	0,4249 (177) P=0,000	0,4455 (177) P=0,000	0,4681 (177) P=0,000	0,3875 (176) P=0,000
S7	0,4711 (177) P=0,000	0,4938 (177) P=0,000	0,5048 (177) P=0,000	0,4979 (177) P=0,000	0,5167 (176) P=0,000
S8	0,3727 (177) P=0,000	0,3511 (177) P=0,000	0,3681 (177) P=0,000	0,4128 (177) P=0,000	0,3351 (176) P=0,000
S9	0,5058 (178) P=0,000	0,5118 (178) P=0,000	0,5563 (178) P=0,000	0,5576 (178) P=0,000	0,4628 (177) P=0,000
S10	0,3346 (176) P=0,000	0,3175 (176) P=0,000	0,4326 (176) P=0,000	0,4204 (176) P=0,000	0,3830 (175) P=0,000
R1	0,4695 (181) P=0,000	0,4881 (181) P=0,000	0,5086 (181) P=0,000	0,5031 (181) P=0,000	0,4383 (180) P=0,000
R2	0,4774 (179) P=0,000	0,5106 (179) P=0,000	0,5639 (179) P=0,000	0,5762 (179) P=0,000	0,4343 (178) P=0,000
R3	0,4996 (181) P=0,000	0,5752 (181) P=0,000	0,5884 (181) P=0,000	0,5579 (181) P=0,000	0,4829 (180) P=0,000
R4	0,4207 (180) P=0,000	0,4762 (180) P=0,000	0,3787 (180) P=0,000	0,4286 (180) P=0,000	0,4799 (179) P=0,000
R5	0,4799 (176) P=0,000	0,4625 (176) P=0,000	0,5789 (176) P=0,000	0,5867 (176) P=0,000	0,4024 (175) P=0,000



**Tabla 7.15. Coeficientes de validez de los tests. Criterios de rendimiento (continuación)**

<b>Tests</b>	<b>LENGUA</b>	<b>IDIOMA</b>	<b>MATE</b>	<b>NATU</b>	<b>SOCI</b>
R6	0,4895 (179) P=0,000	0,4499 (179) P=0,000	0,5053 (179) P=0,000	0,4953 (179) P=0,000	0,4216 (178) P=0,000
R7	0,4410 (179) P=0,000	0,5907 (179) P=0,000	0,6031 (179) P=0,000	0,4573 (179) P=0,000	0,5634 (178) P=0,000
R8	0,5028 (177) P=0,000	0,5529 (177) P=0,000	0,5040 (177) P=0,000	0,4981 (177) P=0,000	0,4375 (176) P=0,000
R9	0,1919 (177) P=0,005	0,2715 (177) P=0,000	0,3640 (177) P=0,000	0,1978 (177) P=0,004	0,4312 (176) P=0,000
L1	0,6233 (179) P=0,000	0,5986 (179) P=0,000	0,5887 (179) P=0,000	0,6380 (179) P=0,000	0,5015 (178) P=0,000
L2	0,6562 (179) P=0,000	0,6165 (179) P=0,000	0,6463 (179) P=0,000	0,6246 (179) P=0,000	0,4995 (178) P=0,000
L3	0,4926 (177) P=0,000	0,4732 (177) P=0,000	0,4028 (177) P=0,000	0,4188 (177) P=0,000	0,3841 (176) P=0,000
F1	0,1816 (177) P=0,008	0,1667 (177) P=0,013	0,1103 (177) P=0,072	0,2099 (177) P=0,003	0,2756 (176) P=0,000
F2	0,3921 (178) P=0,000	0,3440 (178) P=0,000	0,3584 (178) P=0,000	0,3860 (178) P=0,000	0,3267 (177) P=0,000
F3	0,4193 (173) P=0,000	0,3477 (173) P=0,000	0,3661 (173) P=0,000	0,3903 (173) P=0,000	0,2702 (172) P=0,000
F4	0,4269 (176) P=0,000	0,3939 (176) P=0,000	0,3436 (176) P=0,000	0,4267 (176) P=0,000	0,2817 (175) P=0,000
F5	0,2092 ( 65) P=0,047	0,3355 ( 65) P=0,003	0,2526 ( 65) P=0,021	0,2409 ( 65) P=0,027	0,3048 ( 64) P=0,007

Lo mismo que en el nivel elemental, los tests tienen, en general, elevados coeficientes de validez individuales, especialmente los bloques ligados a los factores semántico, razonamiento y lingüístico.

#### 7.4.2.2. Coeficientes de correlación múltiple entre conjuntos de tests predictores y los criterios

En las tablas 7.16 a 7.20 se presentan las ecuaciones de predicción para los distintos criterios. El método utilizado para obtener la ecuación de regresión fue el **stepwise**, como en el nivel medio.

**Tabla 7.16. Ecuación de predicción del rendimiento en Lengua**

Multiple R	0,73468				
R Square	0,53976				
Adjusted R Square	0,51635				
Standard Error	0,86861				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	3	52,20500	17,40167		
Residual	59	44,51442	0,75448		
F =	23,06440	Signif F =	0,0000		
Equation Number 1	Dependent Variable.	LENGUA	LENGUAJE		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
L2	0,090280	0,024424	0,421769	3,696	0,0005
R6	0,032488	0,015006	0,219726	2,165	0,0344
L1	0,048961	0,024066	0,249397	2,034	0,0464
(Constant)	0,045231	0,359580		0,126	0,9003

La correlación múltiple entre el rendimiento en lengua y el conjunto de las variables predictoras es elevada, 0,73, pero inferior a la obtenida en el nivel elemental. En cuanto a la naturaleza de las variables predictoras, dos son propiamente lingüísticas, L1 y L2 (Sintaxis y Morfología) y una de Razonamiento, R6 (ordenar frases).

**Tabla 7.17. Ecuación de predicción del rendimiento en Matemáticas**

Multiple R	0,75654				
R Square	0,57236				
Adjusted R Square	0,55061				
Standard Error	0,88622				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	3	62,01846		20,67282	
Residual	59	46,33792		0,78539	
F =	26,32177	Signif F =	0,0000		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
L2	0,088193	0,023049	0,389268	3,826	0,0003
R7	0,055462	0,018720	0,302716	2,963	0,0044
R2	0,058069	0,023899	0,245095	2,430	0,0182
(Constant)	-0,322480	0,352393		-0,915	0,3639

La correlación múltiple entre el conjunto de las tres variables predictoras y el rendimiento en matemáticas es elevada, aproximadamente de 0,76. De éstas, dos son de razonamiento, R7 y R2 (Series Analógicas y Jerarquía de Conceptos) y una del Lingüístico, L2 (Morfología). Es interesante observar cómo el valor de la correlación es más elevado que en el nivel elemental.

**Tabla 7.18. Ecuación de predicción del rendimiento en Idioma**

Multiple R	0,73416				
R Square	0,53899				
Adjusted R Square	0,51554				
Standard Error	0,99901				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	3	68,84183		22,94728	
Residual	59	58,88310		0,99802	
F =	22,99283	Signif F =	0,0000		



Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
L2	0,089920	0,025698	0,365560	3,499	0,0009
R7	0,058580	0,021325	0,294494	2,747	0,0080
R8	0,084843	0,035105	0,252609	2,417	0,0188
(Constant)	-0,843111	0,492730		-1,711	0,0923

El valor del coeficiente de correlación múltiple es elevado, 0,73 y son una variable del factor Lingüístico, L2 (Morfología) y dos de Razonamiento, R8 (Ordenación lógica de palabras) y R7 (Series analógicas), las que entran en la ecuación.

**Tabla 7.19. Ecuación de predicción del rendimiento en CC. Naturales**

Multiple R	0,73599				
R Square	0,54168				
Adjusted R Square	0,51838				
Standard Error	0,82817				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	3	47,82604		15,94201	
Residual	59	40,46577		0,68586	
F =	23,24381	Signif F =	0,0000		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
L1	0,062902	0,021901	0,335353	2,872	0,0057
R3	0,065168	0,024984	0,268736	2,608	0,0115
L2	0,058215	0,024161	0,284653	2,409	0,0191
(Constant)	0,011654	0,336720		0,035	0,9725

El valor del coeficiente de correlación múltiple se encuentra en el mismo rango de valores que para los otros criterios. Son en este caso dos variables del factor lingüístico, L1 (Sintaxis) y L2 (Morfología) y una de Razonamiento, R3 (Inclusión de conceptos) las que forman parte de la ecuación.

**Tabla 7.20. Ecuación de predicción del rendimiento en CC. Sociales**

Multiple R	0,67082				
R Square	0,45000				
Adjusted R Square	0,42204				
Standard Error	1,05738				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	3	53,97266		17,99089	
Residual	59	65,96549		1,11806	
F =	16,09118	Signif F =	0,0000		
Variables in the Equation					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
R7	0,067471	0,021656	0,350031	3,116	0,0028
L1	0,070107	0,023720	0,320687	2,956	0,0045
M2	0,047386	0,019222	0,247637	2,465	0,0166
(Constant)	-1,053180	0,669246		-1,574	0,1209

Es interesante observar que el valor del coeficiente de correlación es más bajo que con los otros criterios. En cuanto a las variables, una del factor Lingüístico, L1 (Sintaxis), y otra de Razonamiento, R7 (series analógicas), son comunes a otras ecuaciones de regresión, apareciendo como novedad uno de los tests de memoria, M2, que es un test de Memoria de Conceptos.

#### **7.4.2.3. Resultados de la correlación canónica**

En las tablas 7.21 a 7.24 se presentan los principales resultados obtenidos con el análisis de la correlación canónica. Los dos conjuntos 1 y 2 fueron definidos como en el nivel elemental.

Como puede observarse en la tabla, tres son las correlaciones canónicas estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), aunque el valor de la tercera es considerablemente inferior.

En la tabla 7.22 se presentan las saturaciones de las variables originales con las canónicas en el primer conjunto.

Como puede observarse, la primera variable canónica es similar a la obtenida en el nivel elemental, pudiendo interpretarse como una variable general de rendimiento académico. Destaca la elevada correlación que en ella tienen las matemáticas, siendo la más baja la de ciencias sociales. La segunda variable

**Tabla 7.21. Resumen del análisis de correlación canónica. Medio**

Eigenvalue	Canonical Correlation	Number of Eigenvalues	Bartlett's Test for Remaining Eigenvalues		
			Chi-Square	D.F.	Tail Prob.
0,74070	0,86064	1	373,86	135	0,0000
0,48427	0,69589	2	195,01	104	0,0000
0,26141	0,51129	3	107,27	75	0,0086
0,25895	0,50888	4	67,12	48	0,0355
0,18690	0,43231		27,41	23	0,2388

**Tabla 7.22. Correlaciones de las variables canónicas del primer conjunto con las originales/criterio**

		CNVRF1 1	CNVRF2 2	CNVRF3 3
LENGUA	30	0,915	0,170	-0,242
IDIOMA	31	0,891	-0,188	-0,344
MATE	32	0,957	-0,076	0,264
NATU	33	0,906	0,251	-0,010
SOCI	34	0,735	-0,437	-0,013

parece ligada a las ciencias naturales, destacando el elevado peso negativo que en ella tienen las ciencias sociales, por otra parte, difícil de interpretar. Por último, la tercera está asociada positivamente con el rendimiento en matemáticas y con pesos negativos de las dos variables lingüísticas (lengua e idioma).

En la tabla 7.23 se presentan las correlaciones entre variables canónicas y originales en el conjunto de las variables predictoras.

La primera variable aglutina a todos los TESTS, destacando las correlaciones de los tests semánticos, lingüísticos y de razonamiento. Parece un factor verbal general o de inteligencia cristalizada, que es el que tiene correlación máxima con el factor general de rendimiento del conjunto de variables criterio.

Las otras dos variables canónicas son de difícil interpretación, pudiendo considerarse más bien residuales, obtenidas para maximizar la varianza explicada. En la segunda, destacan los pesos negativos de algunos factores de razonamiento.



**Tabla 7.23. Correlaciones de las variables originales del segundo conjunto con las variables canónicas (Predictoras)**

		<b>CNVRS1</b>	<b>CNVRS2</b>	<b>CNVRS3</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
S1	1	0,437	-0,014	0,012
S2	2	0,493	0,071	0,110
S3	3	0,666	-0,043	-0,056
S4	4	0,644	-0,027	0,076
S5	5	0,616	-0,136	-0,065
S6	6	0,544	-0,004	0,064
S7	7	0,617	-0,173	0,020
S8	8	0,464	0,056	0,013
S9	10	0,671	-0,008	0,098
S10	9	0,483	-0,029	0,361
R1	11	0,619	-0,055	0,029
R2	12	0,670	0,038	0,180
R3	13	0,703	-0,123	0,060
R4	14	0,515	-0,206	-0,275
R5	15	0,670	0,144	0,329
R6	16	0,612	0,013	0,061
R7	17	0,683	-0,492	0,109
R8	21	0,641	-0,099	-0,196
R9	18	0,358	-0,540	0,353
L1	19	0,756	0,081	-0,140
L2	20	0,801	0,037	-0,088
L3	22	0,548	-0,041	-0,363
F1	23	0,184	-0,067	-0,140
F2	24	0,458	0,048	-0,057
F3	25	0,472	0,148	-0,104
F4	26	0,478	0,170	-0,254
F5	27	0,321	-0,279	-0,139

Finalmente, en la tabla 7.24 se presentan los estadísticos resumen para determinar el grado de solapamiento entre los dos conjuntos de variables.

**Tabla 7.24. Estadísticos resumen de las correlaciones canónicas para los dos conjuntos**

Canon. Var.	Average Squared Loading For Each Canonical Variable (1ST SET)	AV. SQ. Loading Times Squared Canon. Correl. (1ST SET)	Average Squared Loading For Each Canonical Variable (2ND SET)	AV. SQ. Loading Times Squared Canon. Correl. (2ND SET)	Squared Canon. Correl.
1	0,78167	0,57899	0,33249	0,24628	0,74070
2	0,06476	0,03136	0,03080	0,01492	0,48427
3	0,04939	0,01291	0,03134	0,00819	0,26141

## 7.5. ESTRUCTURA FACTORIAL DE LAS APTITUDES VERBALES

La última parte del estudio consistió en analizar la estructura factorial de las aptitudes verbales, analizadas a partir de las 26 pruebas comunes a los dos niveles. Se excluyeron los dos tests de memoria, M1 y M2, ya que no formaban parte del modelo y el test R9 (Metáforas), por formar parte únicamente de la batería de nivel medio.

Como en el estudio 1, se procedió realizando en primer lugar análisis exploratorios (análisis de componentes principales y de conglomerados de variables). Los análisis de componentes principales se realizaron con el programa BMDP4M y el de conglomerados de variables con el BMDP1M. Puesto que las sesiones de aplicación de los tests se llevaron a cabo en tres días, hubo bastantes casos perdidos. Para no eliminar un número excesivo de casos, ambos análisis fueron realizados sobre matrices de correlaciones, habiendo predicho previamente para el cálculo de éstas los datos "missing" para aquellos sujetos a los que les faltaban cuatro pruebas o menos con el BMDPAR. Estas mismas matrices corregidas, basadas en un tamaño muestral de aproximadamente 150 sujetos, fueron utilizadas también en los análisis factoriales confirmatorios.

Se realizaron diversos análisis exploratorios con el conjunto de las 26 variables comunes, presentándose aquí únicamente los resultados del análisis de componentes principales con rotación ortogonal (varimax).

Comenzamos la presentación de los resultados con el nivel medio, ya que es en éste donde se logra el modelo más claro y definido, que sirvió como referencia para establecer el del nivel elemental.

### 7.5.1. Estructura dimensional de las aptitudes verbales: nivel medio

#### 7.5.1.1. Resultados de los análisis exploratorios

##### 7.5.1.1.1. Análisis de Componentes principales

Los resultados iniciales del análisis se presentan en la tabla 7.25. El elevado valor del coeficiente theta de Carmines, revela una gran consistencia u homogeneidad en el conjunto de los tests. Siguiendo el criterio usual para la determinación del número de componentes a retener (autovalores mayores que 1 o criterio de Kaiser) se extrajeron tres factores. Las comunalidades resultantes son muy elevadas, como puede apreciarse en la tabla 7.25.

En la tabla 7.27 se presenta la matriz factorial rotada, mediante el procedimiento **Varimax** de rotación ortogonal. En dicha matriz factorial rotada se suprimieron las saturaciones inferiores a 0,30, para tener una visión más clara de los resultados.

**Tabla 7.25. Resultados iniciales de la extracción de componentes**

Factor	Variance Explained	Cumulative proportion of variance		Carmines Theta
		In Data Space	In Factor Space	
1	13,1789	0,4881	0,8138	0,9597
2	1,7247	0,5520	0,9203	
3	1,2915	0,5998	1,0000	
4	0,9975	0,6368		
5	0,8546	0,6684		
6	0,7476	0,6961		
7	0,7026	0,7221		
8	0,6740	0,7471		
9	0,6425	0,7709		
10	0,5864	0,7926		
11	0,5411	0,8126		
12	0,5304	0,8323		
13	0,4866	0,8503		
14	0,4713	0,8678		
15	0,4294	0,8837		
16	0,3947	0,8983		
17	0,3887	0,9127		
18	0,3311	0,9250		
19	0,3183	0,9367		
20	0,2954	0,9477		
21	0,2552	0,9571		



**Tabla 7.25. Resultados iniciales de la extracción de componentes  
(continuación)**

Factor	Variance Explained	Cumulative proportion of variance		Carmines Theta
		In Data Space	In Factor Space	
22	0,2412	0,9661		
23	0,2357	0,9748		
24	0,2120	0,9826		
25	0,2002	0,9901		
26	0,1370	0,9951		
27	0,1314	1,0000		

**Tabla 7.26. Comunalidades obtenidas con la extracción de 3 factores**

1 S1	0,6034
2 S2	0,6449
3 S3	0,6340
4 S4	0,6820
5 S5	0,6839
6 S6	0,6838
7 S7	0,7137
8 S8	0,4999
10 S9	0,6632
9 S10	0,5533
11 R1	0,7316
12 R2	0,5885
13 R3	0,6453
14 R4	0,4608
15 R5	0,5658
16 R6	0,4474
17 R7	0,5125
21 R8	0,5400
18 R9	0,4968
19 L1	0,6368
20 L2	0,7357
22 L3	0,4690
23 F1	0,6329
24 F2	0,5324
25 F3	0,5723
26 F4	0,6316
27 F5	0,6334

Tabla 7.27. Matriz factorial rotada

		FACTOR1 1	FACTOR2 2	FACTOR3 3
R1	11	0,769	0,290	0,000
S6	6	0,756	0,261	0,000
S4	4	0,742	0,323	0,000
S5	5	0,737	0,000	0,296
S7	7	0,736	0,000	0,335
S2	2	0,726	0,000	0,276
S9	10	0,717	0,316	0,000
R3	13	0,698	0,396	0,000
S10	9	0,682	0,000	0,288
S1	1	0,679	0,000	0,322
R9	18	0,670	0,000	0,000
S3	3	0,641	0,395	0,258
R5	15	0,630	0,402	0,000
S8	8	0,603	0,310	0,000
R7	17	0,599	0,374	0,000
R2	12	0,575	0,507	0,000
R8	21	0,575	0,401	0,000
R6	16	0,551	0,333	0,000
L2	20	0,000	0,806	0,000
L1	19	0,388	0,661	0,000
R4	14	0,318	0,573	0,000
L3	22	0,256	0,536	0,342
F1	23	0,257	0,000	0,752
F5	27	0,000	0,000	0,738
F2	24	0,000	0,289	0,644
F4	26	0,320	0,343	0,641
F3	25	0,000	0,515	0,533
	VP	8,833	3,993	3,369

Puede observarse que el factor 1 explica una gran parte de la varianza, alcanzando en él importantes saturaciones las variables semánticas y las de razonamiento. El factor 2 revela un factor de razonamiento, con pesos importantes de algunas de las variables de conocimiento y el factor 3 se corresponde con lo que se conoce como **rapidez de clausura**.

Los tests que definen el factor de razonamiento o de relaciones entre palabras; también tienen importantes saturaciones en el semántico. La razón es bastante obvia, ya que para la comprensión de los términos implicados en los tests se precisa además de habilidades de razonamiento, de una buena comprensión

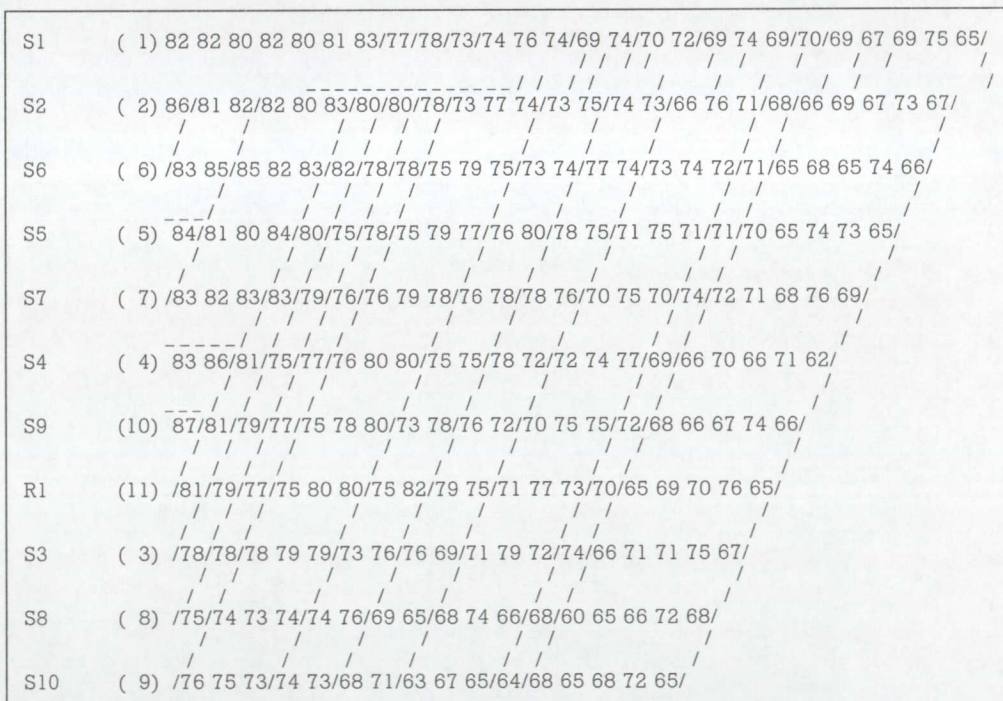
semántica y lectora. Esta influencia del factor semántico, aunque menor, también se observa en los tests que definen el tercer factor.

#### 7.5.1.1.2. Resultados del análisis de conglomerados de variables

Dentro de la estrategia exploratoria, la misma matriz de correlaciones fue sometida a un análisis de conglomerados de variables para disponer de más datos antes de establecer los modelos confirmatorios. Los resultados del análisis se presentan en la figura 4.

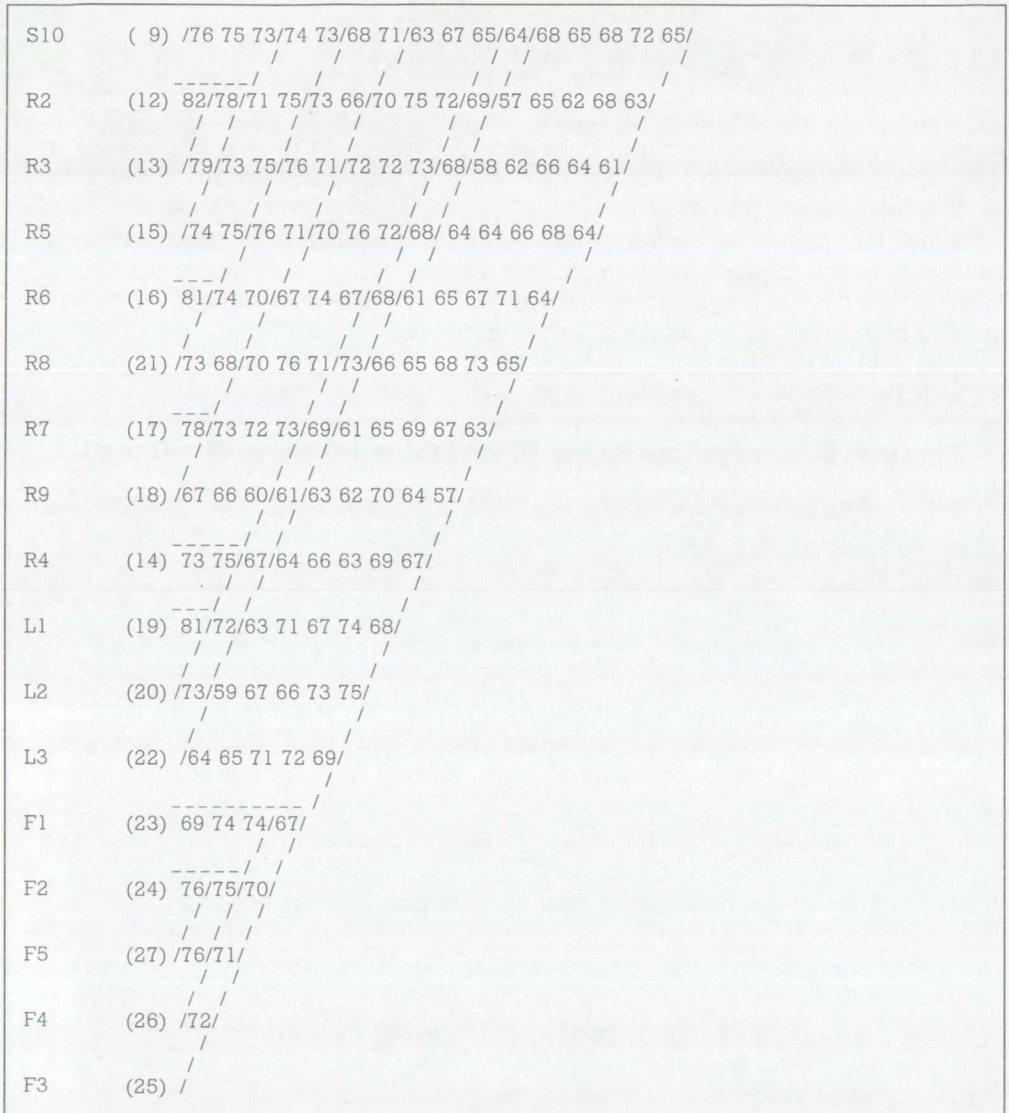
En la figura puede observarse una tendencia similar a la encontrada en el análisis factorial, apareciendo un primer conglomerado formado por las variables semánticas, un segundo conglomerado formado por los tests de razonamiento, muy próximo al anterior. Un tercer conglomerado claro es el formado por los tests de rapidez de clausura, quedando entre éste y el de razonamiento los tests de conocimiento del lenguaje.

**Figura 4. Dendrograma de las 26 variables verbales. Nivel medio**





**Figura 4. Dendrograma de las 26 variables verbales. Nivel medio  
(continuación)**



### 7.5.1.2. Análisis factorial confirmatorio. Nivel medio

Tomando como base, en parte, las hipótesis iniciales, y en parte, los resultados de los análisis exploratorios, se planteó inicialmente un modelo de tres factores.

El modelo define un amplio factor semántico, un factor de razonamiento y un factor de rapidez de clausura. Las variables lingüísticas están recogidas en los factores 2 y 3. La estructura revelada en el análisis factorial exploratorio, con saturaciones factoriales de los tests en más de un factor, sugería la conveniencia de definir una matriz phi de correlaciones entre factores no diagonal, es decir, con factores correlacionados.

Para el análisis de los datos y el ajuste del modelo se utilizó el programa LISREL8 (Jöreskog y Sörbom, 1993), utilizando como input la matriz de correlaciones. La solución factorial, obtenida con el método de máxima verosimilitud (ML) fue la presentada en la tabla 7.28.

**Tabla 7.28. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo**

<b>LISREL ESTIMATES (MAXIMUM LIKELIHOOD) LAMBDA-X</b>			
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>
S1	0,76 (0,06) 12,15	—	—
S2	0,79 (0,06) 12,84	—	—
S3	0,78 (0,06) 12,55	—	—
S4	0,82 (0,06) 13,39	—	—
S5	0,80 (0,06) 13,12	—	—
S6	0,82 (0,06) 13,53	—	—
S7	0,83 (0,06) 13,72	—	—

**Tabla 7.28. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo (continuación)**

	TAU 1	TAU 2	TAU 3
S8	0,70 (0,06) 10,78	—	—
S10	0,68 (0,07) 10,36	—	—
S9	0,81 (0,06) 13,30	—	—
R1	0,85 (0,06) 14,32	—	—
R2	—	0,73 (0,07) 11,05	—
R3	—	0,78 (0,06) 12,24	—
R4	—	0,28 (0,11) 2,49	0,36 (0,12) 3,10
R5	—	0,75 (0,06) 11,65	—
R6	—	0,65 (0,07) 9,60	—
R7	—	0,71 (0,07) 10,64	—
R8	0,70 (0,06) 10,83	—	—
L1	—	—	0,72 (0,07) 10,78
L2	—	—	0,69 (0,07) 10,29
L3	—	—	0,62 (0,07) 8,95



**Tabla 7.28. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo (continuación)**

	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>
F1	—	—	0,52 (0,07) 7,26
F2	—	—	0,62 (0,07) 8,83
F3	—	—	0,60 (0,07) 8,60
F4	—	—	0,74 (0,07) 11,28
F5	—	—	0,63 (0,07) 9,14
<b>PHI</b>	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>
TAU 1	1,00		
TAU 2	0,92 (0,02) 42,59	1,00	
TAU 3	0,80 (0,03) 23,36	0,75 (0,75) 16,41	1,00

En la tabla aparecen tres valores para cada parámetro, el primero es el estimador del parámetro, o saturación en el factor, el segundo, presentado entre paréntesis, es el error típico de dicho estimador y el tercero, el estadístico de contraste **T**, definido como el cociente entre el estimador partido por su error típico.

Como puede observarse, todos los estimadores tienen asociados valores **T** muy elevados, lo que implica que son estadísticamente significativos, al menos con  $p < 0,01$ . Las correlaciones múltiples al cuadrado de las variables con los factores (que expresan la comunalidad) son las siguientes:

**Tabla 7.29. Correlaciones múltiples al cuadrado de las variables con los factores**

<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>
0,58	0,63	0,61	0,67	0,65	0,67
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0,69	0,49	0,66	0,46	0,73	0,53
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>	<b>R8</b>
0,61	0,36	0,57	0,43	0,50	0,49
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
0,52	0,48	0,39	0,28	0,38	0,36
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>F4</b>	<b>F5</b>				
0,55	0,40				

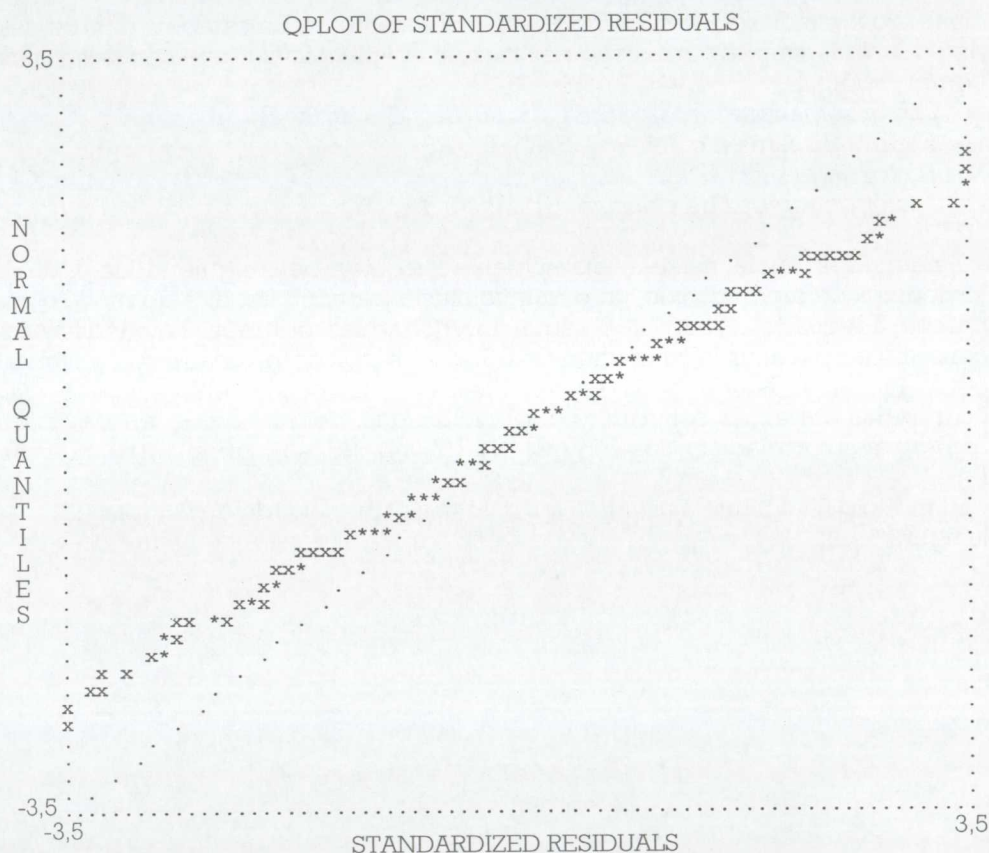
Para el modelo ajustado, se calcularon diversos estadísticos de bondad de ajuste, cuyo significado fue presentado en la introducción teórica y cuyos valores se presentan en la tabla 7.30.

**Tabla 7.30. Estadísticos globales de bondad de ajuste para el modelo de 3 factores**

GOODNESS OF FIT STATISTICS
CHI-SQUARE WITH 295 DEGREES OF FREEDOM = 572,63 (P = 0,0)
ESTIMATED NON-CENTRALITY PARAMETER (NCP) = 277,63
CHI-SQUARE/DF = 1,94
CHI-SQUARE FOR INDEPENDENCE MODEL WITH 325 DEGREES OF FREEDOM = 3373,05
STANDARDIZED RMR = 0,053
GOODNESS OF FIT INDEX (GFI) = 0,82
ADJUSTED GOODNESS OF FIT INDEX (AGFI) = 0,78
PARSIMONY GOODNESS OF FIT INDEX (PGFI) = 0,69
NORMED FIT INDEX (NFI) = 0,83
NON-NORMED FIT INDEX (NNFI) = 0,90
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI) = 0,91
INCREMENTAL FIT INDEX (IFI) = 0,91
RELATIVE FIT INDEX (RFI) = 0,81
CRITICAL N (CN) = 114,89

Aunque el valor de  $\chi^2/g.l.$  es ligeramente inferior a 2, valor considerado por algunos investigadores como satisfactorio, consideramos que los restantes estadísticos de bondad de ajuste son algo bajos, para considerar que el modelo está bien ajustado. Un examen de la matriz de residuos y de los índices de modificación, sugirió que el ajuste podría mejorarse. Por no alargar demasiado el informe, no presentamos aquí estos valores, limitándonos a presentar la representación gráfica de los residuos estandarizados en la figura 5.

**Figura 5. Q-plot de los residuos estandarizados**





Un examen de los resultados pone de relieve que todas las saturaciones especificadas, es decir, todos los parámetros especificados en las matrices lambda y phi son estadísticamente significativos, pero que no obstante, el ajuste global del modelo no es bueno, como puede observarse en los estadísticos globales y en la representación gráfica de los residuos, en la que pueden observarse importantes desviaciones de la diagonal principal.

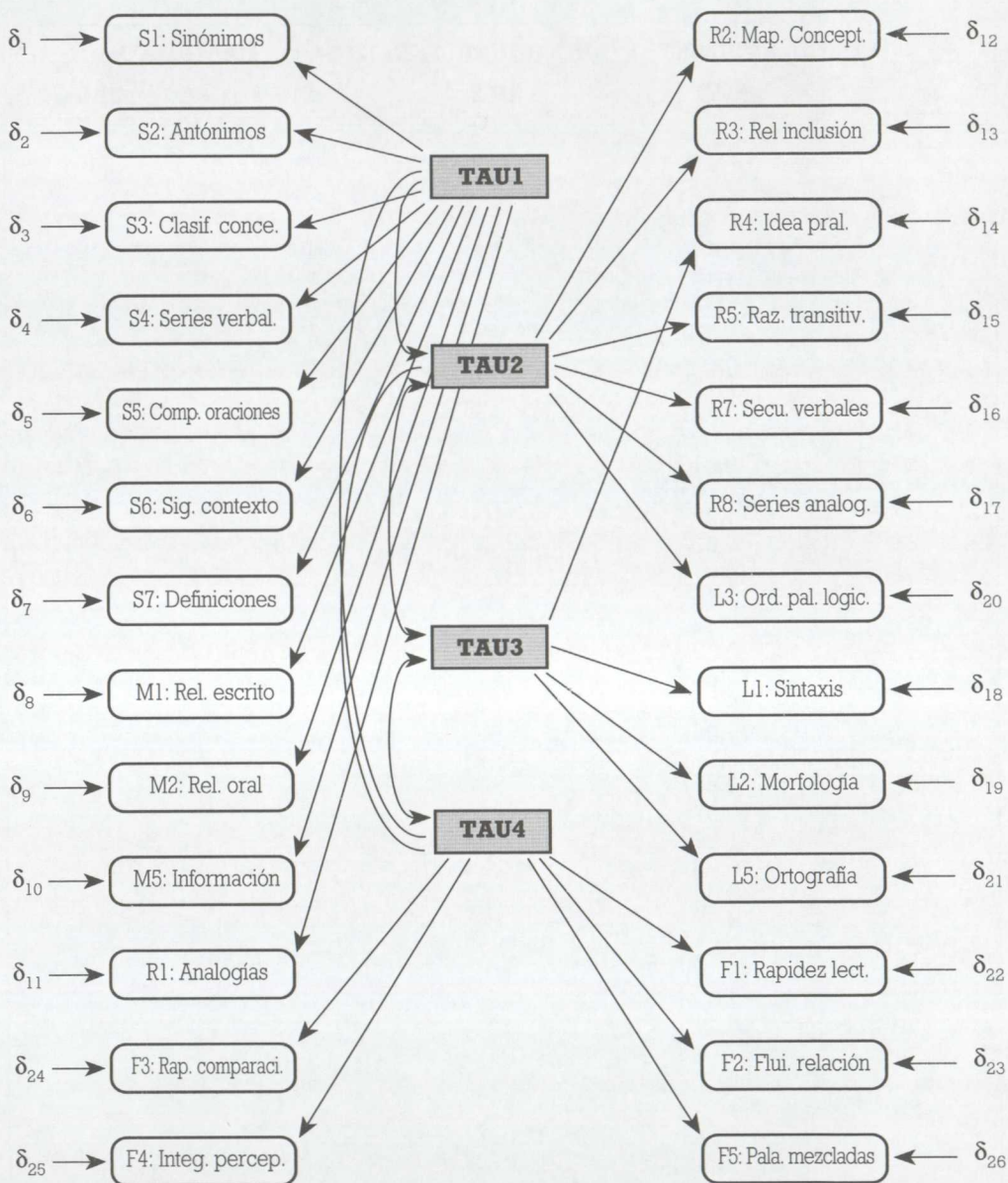
Siguiendo las recomendaciones de Jöreskog y Sörbom (1993) de la estrategia AM (búsquedas de especificación), se intentó mejorar el ajuste del modelo siguiendo los índices de modificación y las derivadas parciales de la matriz de información. No exponemos aquí estos resultados, ya que los estadísticos globales obtenidos siguiendo esta estrategia sólo se modifican ligeramente. Se pensó entonces en la posibilidad de un modelo alternativo que contemplase la presencia de cuatro factores latentes, correlacionados entre sí. Se estableció un modelo de estructura simple, permitiendo estructura simple inicialmente con la siguiente composición:

- *Factor semántico: S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S9, R1*
- *Factor razonamiento: R2, R3, R5, R6, R7, R8*
- *Factor lingüístico: L1, L2, L3, R4*
- *Factor de rapidez de clausura: F1, F2, F3, F4, F5*

Este modelo inicial no se ajustaba bien a los datos, pero siguiendo la pauta de los índices de modificación, un pequeño ajuste permitió llegar a un modelo que parece adecuado a los datos según los diferentes criterios. La modificación consistió en permitir la saturación de S3 en el factor de razonamiento y algunas correlaciones libres entre los errores. Estas correlaciones suelen ser necesarias cuando las variables están muy correlacionadas, como sucede en este caso. Los errores correlacionados son (I2, s4), (f3, s4), (f5, s5), (r9, r1), (r9, r6) y (f4, I2).

El modelo finalmente ajustado a los datos es el presentado en la tabla 7.31 y en la figura 6.

**Figura 6. Modelo de 4 parámetros. Nivel medio**



**Tabla 7.31. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo de cuatro factores**

<b>LISREL ESTIMATES (MAXIMUM LIKELIHOOD). LAMBDA-X</b>				
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>
S1	0,77 (0,07) 10,50	—	—	—
S2	0,80 (0,07) 11,11	—	—	—
S3	0,41 (0,19) 2,24	0,39 (0,19) 2,10	—	—
S4	0,71 (0,17) 4,08	—	—	—
S5	0,81 (0,07) 11,23	—	—	—
S6	0,83 (0,07) 11,76	—	—	—
S7	0,84 (0,07) 11,85	—	—	—
S8	0,70 (0,08) 9,21	—	—	—
S9	0,81 (0,07) 11,26	—	—	—
S10	0,68 (0,08) 8,90	—	—	—
R1	0,84 (0,07) 12,07	—	—	—
R2	—	0,73 (0,08) 9,61	—	—
R3	—	0,77 (0,07) 10,37	—	—



**Tabla 7.31. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo de cuatro factores (continuación)**

<b>LISREL ESTIMATES (MAXIMUM LIKELIHOOD). LAMBDA-X</b>				
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>
R4	— (0,00)	—	0,63 (0,08) 7,69	—
R5	—	0,75 (0,08) 9,89	—	—
R6	—	0,64 (0,08) 8,03	—	—
R7	—	0,70 (0,08) 9,01	—	—
R8	—	0,70 (0,08) 9,10	—	—
L1	—	—	0,79 (0,08) 10,42	—
L2	—	—	0,75 (0,08) 9,83	—
L3	—	—	0,61 (0,08) 7,43	—
F1	—	—	—	0,61 (0,08) 7,29
F2	—	—	—	0,69 (0,08) 8,44
F3	—	—	—	0,60 (0,08) 7,25
F4	—	—	—	0,78 (0,08) 10,03
F5	—	—	—	0,71 (0,08) 8,89

**Tabla 7.31. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo de cuatro factores (continuación)**

PHI	TAU 1	TAU 2	TAU 3	TAU 4
TAU 1	1,00			
TAU 2	0,91 (0,03 35,47	1,00		
TAU 3	0,77 (0,05) 15,98	0,86 (0,04) 20,66	1,00	
TAU 4	0,71 (0,05) 12,98	0,62 (0,07) 9,00	0,74 (0,06) 12,37	1,00

Si examinamos los parámetros de las matrices lambda y phi, puede observarse cómo todos son estadísticamente significativos, lo que indica la necesidad de su presencia en el modelo. Las correlaciones múltiples al cuadrado de las variables X con los factores son las siguientes:

**Tabla 7.32. Correlaciones múltiples al cuadrado de las variables con los factores**

SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES					
S1	S2	S3	S4	S5	S6
0,59	0,64	0,62	0,68	0,65	0,69
SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES					
S7	S8	S9	S10	R1	R2
0,70	0,49	0,65	0,47	0,71	0,54
SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES					
R3	R4	R5	R6	R7	R8
0,60	0,40	0,56	0,41	0,49	0,49
SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES					
L1	L2	L3	F1	F2	F3
0,63	0,57	0,38	0,37	0,47	0,36
SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES					
F4	F5				
0,61	0,50				

Como puede observarse, el grado de explicación de las variables o tests a partir del conjunto de factores es satisfactorio.

En cuanto a los estadísticos globales de bondad de ajuste del modelo completo son los presentados en la tabla 7.33.

El contraste chi cuadrado, no permite rechazar la hipótesis nula, poniendo de relieve un buen ajuste de los datos al modelo hipotetizado de cuatro factores. El estadístico recomendado de  $\chi^2/df$ , da un valor muy próximo a la unidad. El RMR es muy bajo, en torno a 0,04. Los restantes índices están todos próximos a 0,90, lo que también revela un buen ajuste.

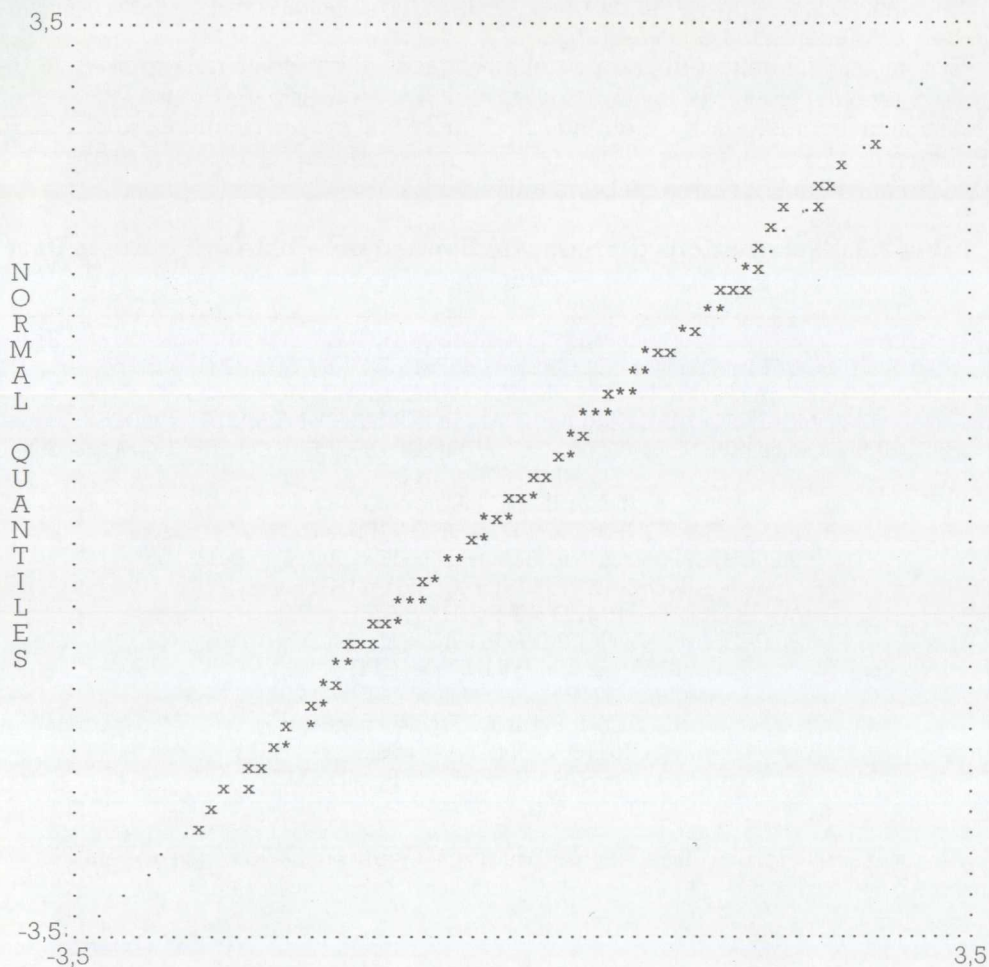
**Tabla 7.33. Estadísticos globales de bondad de ajuste del modelo de 4 factores**

GOODNESS OF FIT STATISTICS
CHI-SQUARE WITH 284 DEGREES OF FREEDOM = 307,22 (P = 0,16)
ESTIMATED NON-CENTRALITY PARAMETER (NCP) = 23,22
ROOT MEAN SQUARE ERROR OF APPROXIMATION (RMSEA) = 0,025
CHI-SQUARE FOR INDEPENDENCE MODEL WITH 325 DEGREES OF FREEDOM = 2456,46
CHI-SQ/DF = 1,08
STANDARDIZED RMR = 0,043
GOODNESS OF FIT INDEX (GFI) = 0,86
ADJUSTED GOODNESS OF FIT INDEX (AGFI) = 0,83
NORMED FIT INDEX (NFI) = 0,87
NON-NORMED FIT INDEX (NNFI) = 0,99
PARSIMONY NORMED FIT INDEX (PNFI) = 0,76
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI) = 0,99
INCREMENTAL FIT INDEX (IFI) = 0,99
RELATIVE FIT INDEX (RFI) = 0,86
CRITICAL N (CN) = 150,33
Q PLOT OF STANDARDIZED RESIDUALS

La representación gráfica de los residuos estandarizados se presenta en la figura 7.



**Figura 7. Q-PLOT de los residuos estandarizados. Modelo de 4 factores**



En la figura puede observarse cómo los residuos se ajustan a la diagonal, lo que revela un buen ajuste del modelo estimado.

A la vista de los resultados, podemos concluir que el modelo hipotetizado inicialmente, compuesto por cuatro factores: Semántico, Razonamiento, Lingüístico y de Rapidez de Clausura, se ajusta bien a los datos en sujetos de 13-14 años.

## 7.5.2. Estructura dimensional de las aptitudes verbales en el nivel elemental

### 7.5.2.1. Resultados de los análisis exploratorios

A continuación se presentan los resultados para el nivel elemental. Como antes, se procedió a realizar varios análisis factoriales exploratorios a partir de la matriz de correlaciones entre las 26 variables. Presentamos únicamente los resultados del análisis de componentes principales, ya que es el que proporciona una estructura más interpretable. El procedimiento de componentes principales extrajo cuatro factores con el criterio de Kaiser de autovalores mayores que 1, siendo las comunalidades las que se presentan a continuación en la tabla 7.34.

**Tabla 7.34. Resultados iniciales de extracción de componentes**

Factor	Variance Explained	Cumulative proportion of variance		Carmines Theta
		In Data Space	In Factor Space	
1	13,7445	0,5286	0,7858	0,9643
2	1,4749	0,5854	0,8702	
3	1,2208	0,6323	0,9399	
4	1,0503	0,6727	1,0000	
5	0,7594	0,7019		
6	0,6917	0,7285		
7	0,6332	0,7529		
8	0,5931	0,7757		
9	0,5658	0,7974		
10	0,5403	0,8182		
11	0,5070	0,8377		
12	0,4627	0,8555		
13	0,4281	0,8720		
14	0,4216	0,8882		
15	0,3690	0,9024		
16	0,3469	0,9157		
17	0,3025	0,9274		
18	0,2934	0,9387		
19	0,2714	0,9491		
20	0,2485	0,9586		
21	0,2397	0,9679		
22	0,2113	0,9760		
23	0,1979	0,9836		
24	0,1697	0,9901		
25	0,1368	0,9954		
26	0,1197	1,0000		

El conjunto de los 4 factores explica el 67,27% de la varianza total. Las elevadas intercorrelaciones en el conjunto de las variables quedan reflejadas en el valor de 0,9643 del coeficiente theta de Carmines.

En la tabla 7.35 se presentan las comunalidades de las variables, obtenidas con los cuatro factores.

**Tabla 7.35. Comunalidades obtenidas con la extracción de 4 factores**

1	S1	0,7788
2	S2	0,7625
3	S3	0,5877
4	S4	0,7088
5	S5	0,7636
6	S6	0,8344
7	S7	0,7843
8	S8	0,5853
10	S9	0,7522
9	S10	0,5817
11	R1	0,6702
12	R2	0,6442
13	R3	0,6974
14	R4	0,5216
15	R5	0,6253
16	R6	0,5399
17	R7	0,7448
20	R8	0,7304
18	L1	0,5224
19	L2	0,6472
21	L3	0,6277
22	F1	0,7020
23	F2	0,5004
24	F3	0,8301
25	F4	0,6888
26	F5	0,6586

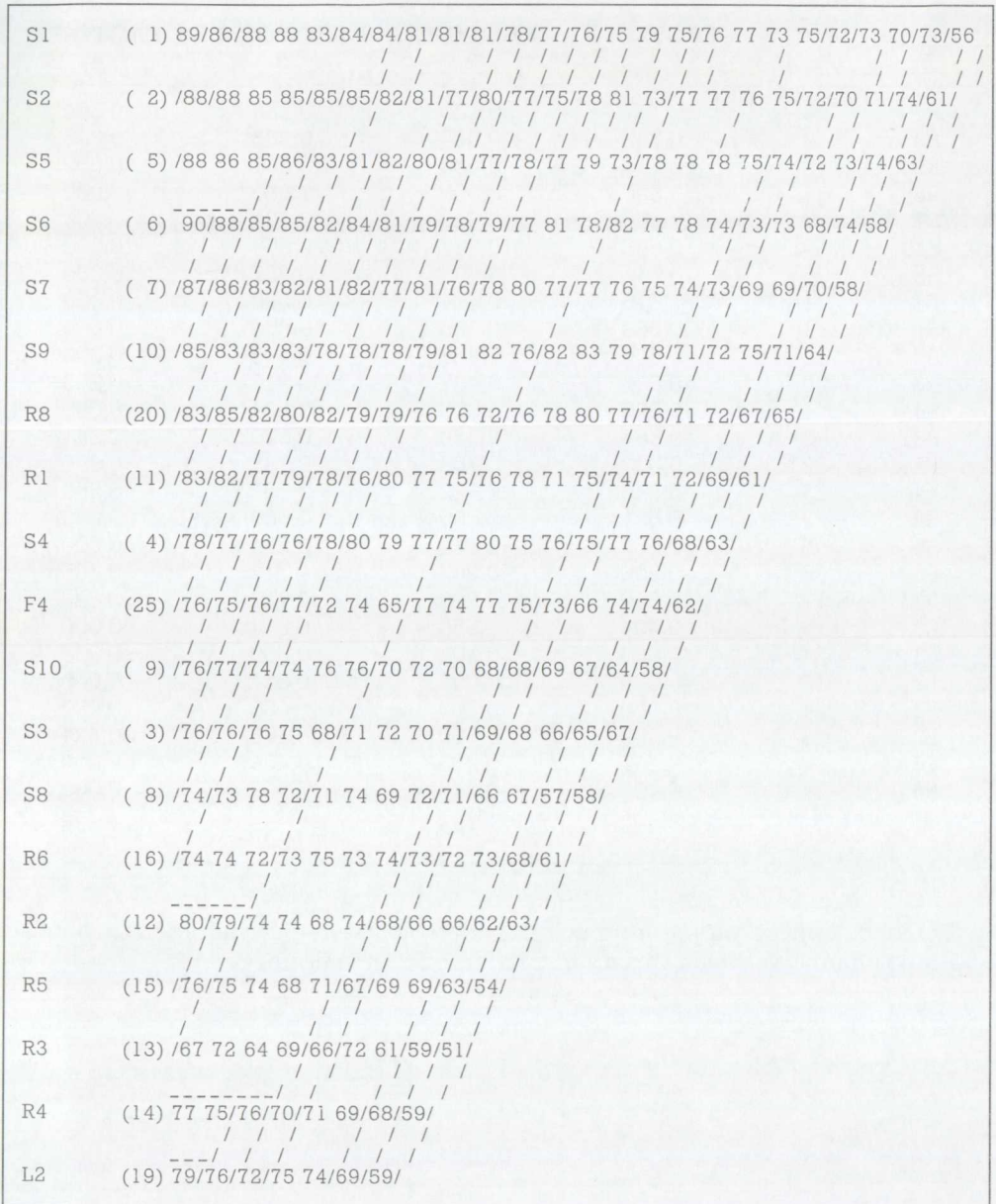
En la tabla 7.36 se presenta la matriz factorial rotada (rotación ortogonal, varimax), de la que se eliminaron las saturaciones inferiores a 0,30.

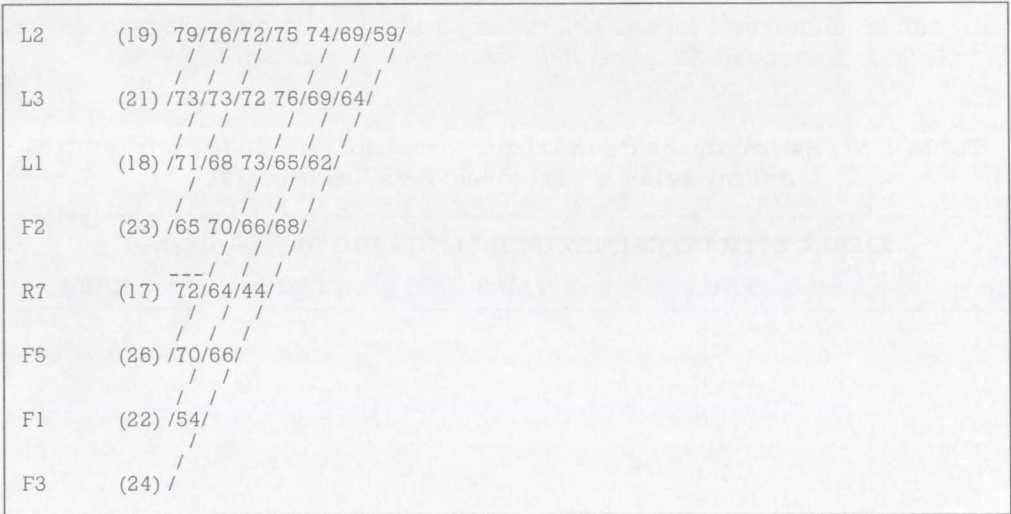


**Tabla 7.36. Matriz factorial rotada. Varimax**

		<b>FACTOR 1</b>	<b>FACTOR 2</b>	<b>FACTOR 3</b>	<b>FACTOR 4</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
R3	13	0,767	0,000	0,284	0,000
R2	12	0,722	0,000	0,283	0,000
R5	15	0,716	0,000	0,267	0,000
S8	8	0,696	0,000	0,000	0,000
S7	7	0,685	0,525	0,000	0,000
S10	9	0,666	0,327	0,000	0,000
S6	6	0,642	0,595	0,257	0,000
R1	11	0,616	0,414	0,298	0,000
S1	1	0,609	0,595	0,000	0,000
S9	10	0,600	0,437	0,415	0,000
R8	20	0,593	0,437	0,319	0,293
S4	4	0,590	0,000	0,524	0,000
S3	3	0,584	0,326	0,000	0,341
F1	22	0,000	0,769	0,331	0,000
F4	25	0,389	0,622	0,291	0,256
S2	2	0,581	0,590	0,000	0,000
S5	5	0,563	0,574	0,294	0,000
F5	26	0,000	0,262	0,714	0,265
R7	17	0,340	0,000	0,714	-0,323
L2	19	0,403	0,255	0,644	0,000
L3	21	0,000	0,407	0,609	0,000
L1	18	0,386	0,000	0,524	0,000
F3	24	0,000	0,000	0,000	0,900
F2	23	0,299	0,000	0,416	0,424
R6	16	0,467	0,265	0,469	0,000
R4	14	0,401	0,376	0,459	0,000
VP		7,338	4,162	4,145	1,846

Siguiendo con los procedimientos exploratorios se realizó también un análisis de conglomerados de las variables, presentado en la figura 8.

**Figura 8. Dendrograma de las 26 variables. Nivel elemental**

**Figura 8. Dendrograma de las 26 variables. Nivel elemental (continuación)**

Como puede observarse, los análisis exploratorios, tanto componentes principales como el análisis de conglomerados ponen de relieve la presencia de cuatro factores, pero de difícil interpretación.

El análisis de conglomerados es más claro y apunta a la presencia de un primer conglomerado, formado por los tests del factor semántico; en otro se aglutinan un subconjunto de los tests de razonamiento; un último bloque más distante de los anteriores donde se encuentran los tests de rapidez, mezclados con algunos de los subtests lingüísticos.

### 7.5.2.2. **Análisis factorial confirmatorio. Nivel elemental**

A la vista de los resultados tan poco claros de los análisis confirmatorios, se optó por poner a prueba un modelo derivado directamente de la hipótesis de estructura tetrafactorial. Como ya se disponía de un modelo con un buen ajuste en el nivel medio, se intentó ajustar este mismo modelo, que respondía al de la hipótesis, con ciertas matizaciones. El análisis de conglomerados apuntaba hacia una estructura bastante similar. El modelo está formado por los cuatro factores **Semántico, Razonamiento, Lingüístico y Rapidez de Clausura**, con correlaciones elevadas entre los factores y bastante aproximado a una estructura simple. Señalamos que este modelo no alcanzó un ajuste adecuado. No presentamos aquí los resultados para no alargar excesivamente el texto; simplemente



decir que tras varios ajustes sugeridos sucesivamente por los índices de modificación se logró un modelo con un ajuste adecuado, teóricamente con sentido y muy similar al del nivel medio. Los parámetros de dicho modelo, así como los estadísticos de bondad de ajuste se presentan a continuación.

**Tabla 7.37. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo de 4 factores. Nivel elemental**

<b>LISREL ESTIMATES (MAXIMUM LIKELIHOOD). LAMBDA-X</b>				
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>
S1	0,86 (0,07) 12,83	—	—	—
S2	0,86 (0,07) 12,77	—	—	—
S3	0,72 (0,07) 9,73	—	—	—
S4	—	0,59 (0,10) 6,14	—	0,31 (0,10) 3,29
S5	0,86 (0,07) 12,87	—	—	—
S6	0,89 (0,06) 13,76	—	—	—
S7	0,87 (0,07) 13,15	—	—	—
S8	0,70 (0,07) 9,51	—	—	—
S9	0,43 (0,11) 3,86	—	0,49 (0,11) 4,30	—
S10	0,72 (0,07) 9,87	—	—	—
R1	0,80 (0,07) 11,59	—	—	—

**Tabla 7.37. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo de 4 factores. Nivel elemental (continuación)**

LISREL ESTIMATES (MAXIMUM LIKELIHOOD). LAMBDA-X				
	TAU 1	TAU 2	TAU 3	TAU 4
R2	—	0,77 (0,07) (10,48)	—	—
R3	—	0,70 (0,07) 9,30	—	—
R4	—	—	0,74 (0,07) 10,00	—
R5	—	0,77 (0,07) 10,53	—	—
R6	—	0,37 (0,11) 3,39	—	0,42 (0,11) 3,77
R7	—	0,54 (0,08) 7,03	—	—
R8	0,83 (0,07) 12,27	—	—	—
L1	—	—	0,70 (0,08) 9,28	—
L2	—	—	0,78 (0,07) 10,82	—
L3	—	—	0,28 (0,17) 1,67	0,48 (0,17) 2,76
F1	—	—	—	0,57 (0,08) 7,06
F2	—	—	—	0,66 (0,08) 8,29
F3	—	—	—	0,43 (0,08) 5,09

**Tabla 7.37. Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo de 4 factores. Nivel elemental (continuación)**

<b>LISREL ESTIMATES (MAXIMUM LIKELIHOOD). LAMBDA-X</b>				
	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>
F4	0,46 (0,11) 4,02	—	—	0,37 (0,12) 3,10
F5	—	—	—	0,66 (0,08) 8,59
<b>PHI</b>	<b>TAU 1</b>	<b>TAU 2</b>	<b>TAU 3</b>	<b>TAU 4</b>
KSI 1	1,00			
KSI 2	0,87 (0,03) 27,95	1,00		
KSI 3	0,84 (0,04) 22,09	0,84 (0,04) 19,13	1,00	
KSI 4	0,79 (0,05) 15,79	0,66 (0,08) 8,56	0,83 (0,05) 15,72	1,00

Como puede observarse, todos los estimadores presentan elevados valores **T**, excepto el test L3 en el factor 3 (Lingüístico). A continuación se presentan las correlaciones múltiples al cuadrado de las variables con los factores, que expresan su comunalidad.

**Tabla 7.38. Correlaciones múltiples al cuadrado de las variables con los factores**

<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>
0,74	0,73	0,50	0,69	0,74	0,80
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0,76	0,48	0,77	0,51	0,64	0,59
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>	<b>R8</b>
0,49	0,55	0,59	0,51	0,30	0,69



<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
0,49	0,62	0,53	0,33	0,43	0,18
<b>SQUARED MULTIPLE CORRELATIONS FOR X-VARIABLES</b>					
<b>F4</b>	<b>F5</b>				
0,62	0,45				

En la tabla 7.39 se presentan los estadísticos del modelo ajustado finalmente, tras algunas modificaciones al modelo hipotetizado.

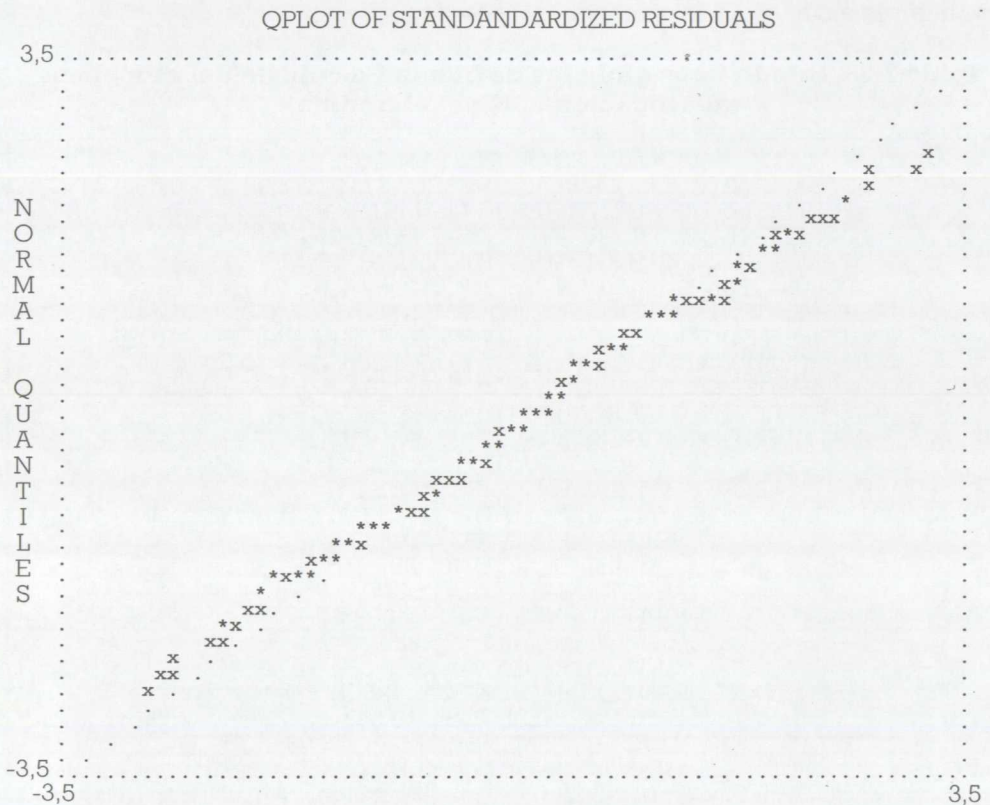
**Tabla 7.39. Estadísticos globales de bondad de ajuste del modelo de cuatro factores. Nivel elemental**

GOODNESS OF FIT STATISTICS
CHI-SQUARE WITH 277 DEGREES OF FREEDOM = 313,96 (P = 0,063)
ESTIMATED NON-CENTRALITY PARAMETER (NCP) = 36,96
90 PERCENT CONFIDENCE INTERVAL FOR NCP = (0,0; 84,72)
MINIMUM FIT FUNCTION VALUE = 2,18
POPULATION DISCREPANCY FUNCTION VALUE (F0) = 0,26
90 PERCENT CONFIDENCE INTERVAL FOR F0 = (0,0; 0,59)
ROOT MEAN SQUARE ERROR OF APPROXIMATION (RMSEA) = 0,030
90 PERCENT CONFIDENCE INTERVAL FOR RMSEA = (0,0; 0,046)
P-VALUE FOR TEST OF CLOSE FIT (RMSEA < 0,05) = 0,98
EXPECTED CROSS-VALIDATION INDEX (ECVI) = 3,21
90 PERCENT CONFIDENCE INTERVAL FOR ECVI = (2,95; 3,54)
ECVI FOR SATURATED MODEL = 4,88
ECVI FOR INDEPENDENCE MODEL = 20,74
CHI-SQUARE FOR INDEPENDENCE MODEL WITH 325 DEGREES OF FREEDOM = 2934,05
INDEPENDENCE AIC = 2986,05
MODEL AIC = 461,96
SATURATED AIC = 702,00
INDEPENDENCE CAIC = 3089,44
MODEL CAIC = 756,23
SATURATED CAIC = 2097,83
ROOT MEAN SQUARE RESIDUAL (RMR) = 0,043
STANDARDIZED RMR = 0,043
GOODNESS OF FIT INDEX (GFI) = 0,86
ADJUSTED GOODNESS OF FIT INDEX (AGFI) = 0,82
PARSIMONY GOODNESS OF FIT INDEX (PGFI) = 0,68 NORMED FIT INDEX (NFI) = 0,89
NON-NORMED FIT INDEX (NNFI) = 0,98
PARSIMONY NORMED FIT INDEX (PNFI) = 0,76
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI) = 0,99
INCREMENTAL FIT INDEX (IFI) = 0,99
RELATIVE FIT INDEX (RFI) = 0,87
CRITICAL N (CN) = 154,50

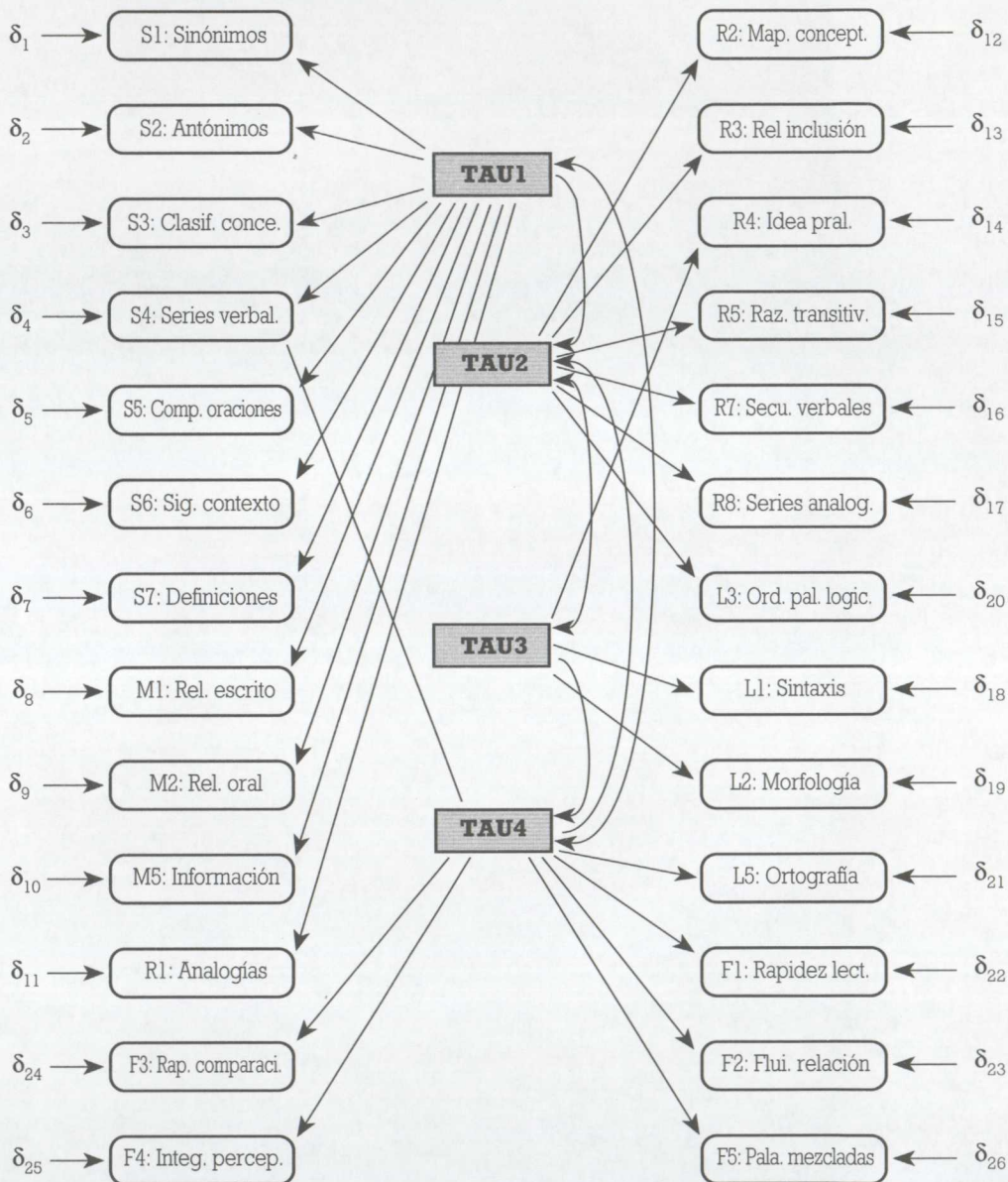
Como puede observarse, el criterio de chi-cuadrado no permite rechazar el modelo ( $p = 0,063$ ) con un nivel de significación de .05, siendo también relativamente elevados los valores de los restantes índices de ajuste. Por ello, pensamos que hay un buen ajuste entre los datos y el modelo hipotetizado de 4 factores.

Un examen del Q-PLOT de los residuos estandarizados nos permite llegar a una conclusión similar. Este se presenta en la figura 9.

**Figura 9. Q-PLOT de los residuos estandarizados. Nivel elemental. 4 factores**



**Figura 10. Modelo de 4 parámetros. Nivel elemental**







## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En los capítulos anteriores en los que se expusieron los resultados de los diferentes análisis, se hicieron comentarios acerca de los resultados encontrados, a la luz de las hipótesis establecidas en la investigación. En este capítulo abordaremos la discusión general, como resumen de los resultados parciales obtenidos con los diversos procedimientos utilizados.

Como se ha expuesto en la introducción teórica de este trabajo, en el relativo continuo de covariación sobresalen ciertas tendencias que han sido encontradas reiteradamente en todos los estudios empíricos. Esta tendencia se ha plasmado de forma manifiesta en el denominado *factor g* (Vernon, 1970; Tuddenham, 1970; Jensen, 1980; Yela, 1981, 1982, 1991).

Además, en las diversas culturas se consolidan normalmente otras dos zonas de covariación intensas: *la inteligencia verbal y la inteligencia técnica*.

En el presente trabajo se partió de la aceptación de la existencia de la denominada *inteligencia verbal*, reconocida ya en los primeros factorialistas (Spearman y Jones, 1950; Thomson, 1939; Kelley, 1928; Thurstone, 1938), así como en los numerosos estudios realizados durante el período comprendido entre 1940-1970, caracterizado por el auge y expansión de las teorías factoriales, referidos en la primera parte de este trabajo.

Más recientemente, tras la amplia aceptación de los modelos jerárquicos, también suele considerarse como la *Inteligencia cristalizada*.

No se trataba, por lo tanto, en la investigación de poner a prueba la existencia o no de este factor, pues ya está ampliamente demostrado, sino de su posible caracterización como un constructo multidimensional, a pesar de las dificultades encontradas frecuentemente en la literatura para su fragmentación, especialmente con sujetos de edades tempranas, como los que componen las muestras estudiadas (Garret, 1938; French, 1951; Northrop, 1977, Carroll, 1993).

La mayor parte de los estudios previos trabajados en nuestro contexto, estaban realizados en el marco de los modelos factoriales exploratorios, e intentaban

mostrar a la comprensión verbal como un constructo tridimensional (Díez, 1975; Yeta *et al.*, 1969; Yela, 1987).

La revisión de otros trabajos de la literatura, tanto del período de los factorialistas clásicos, como de otros más recientes, y especialmente de la exhaustiva revisión de Carroll (1993) sugiere, no obstante, otras posibilidades acerca de la naturaleza de la denominada *Comprensión Verbal*. Creemos, como lo hace Carroll (1993), que este factor es representativo de un factor general más amplio, que se podría identificar con las *aptitudes cristalizadas, reveladas a partir de material verbal* (Carroll, 1984, 1985; Snow *et al.*, 1980; 1983; 1984).

Esta aproximación, permitiría explicar la dificultad de fragmentación del factor de comprensión verbal, a la que hemos aludido anteriormente, y sus elevadas correlaciones con otros tests, fundamentalmente de razonamiento con contenidos verbales y no verbales (Carroll, 1993; Jensen, 1980; Snow y Lohman, 1989).

Esta aproximación sugiere que los tests analizados se estructurarán en tres factores: *clausura verbal, conocimiento del lenguaje y razonamiento verbal*, además de un factor de *conocimiento de reglas y estructuras lingüísticas*. El objetivo fundamental de la investigación consistió en poner a prueba, con diversos procedimientos, esta hipotética estructura.

Si analizamos los resultados de los análisis factoriales confirmatorios, fácilmente puede verse cómo aparecen claramente en el nivel medio los cuatro factores hipotetizados. El factor de **clausura verbal** aparece de forma clara, caracterizado por la rapidez de ejecución con materiales verbales, a veces de naturaleza confusa: rapidez lectora, fluidez relacional, rapidez de comparación de frases, integración perceptiva y palabras mezcladas. Estos resultados son similares a los señalados por otros autores (Carroll, 1941; Carroll, 1993; Fruchter, 1948; Harris y Harris, 1971; Royce, 1973; Messick y French, 1975).

Aparece con bastante claridad un factor de razonamiento general, con saturaciones en los tests de mapas conceptuales, relaciones de inclusión, razonamiento transitivo, secuencias verbales, ordenar palabras en una secuencia lógica y series analógicas. Este factor está en la línea de los resultados señalados por otros autores (Carroll, 1993; Messick y French, 1975; Royce, 1973). A pesar de la hipótesis inicial de encontrar dos factores de razonamiento, inductivo y deductivo, el resultado no fue éste, ya que todos los tests de razonamiento saturan en el mismo factor. Esta dificultad es señalada por Carroll (1993), y probablemente se deba a la juventud de los sujetos, que se encuentran en edades en que estas aptitudes son difíciles de diferenciar (Garrett, 1937). Sorprendentemente, el test de Analogías (R1) no saturó en este factor, sino en el semántico. Probablemente haya sido debido a las dificultades que entrañaban algunas de las palabras.

Se ha encontrado un fuerte factor semántico, que casi podría considerarse un factor general (de hecho, así parece en los análisis factoriales exploratorios) y con elevadas correlaciones con todos los demás, especialmente con el de razonamiento. En los modelos confirmatorios, con una matriz phi de elevados valo-



res, este factor aparece separado y tal como se esperaba, definido por los tests considerados "a priori" como semánticos y el de analogías verbales.

Por último, y en línea con las hipótesis de Yela (Yela *et al.*, 1969; Yela 1987) aparece también un factor lingüístico, caracterizado por tests de conocimientos de las reglas y estructuras lingüísticas: Morfología, Sintaxis y Ortografía. También muestra una importante saturación en este factor el test de Idea principal (R4).

En resumen, los resultados obtenidos apuntan que la *Comprensión Verbal* es un factor multidimensional, que puede considerarse como representativo de la *aptitud general cristalizada* (Carroll, 1984, 1985; Stankov, 1980; Snow *et al.*, 1980, 1984). Este factor es diferente en cuanto a su estructura del otro gran factor verbal, la *Fluidez Verbal*, más representativo del factor general ideativo.

Los resultados comentados, que permiten por el momento "confirmar" la hipótesis de partida, son en el nivel medio, pero no son tan claros en el nivel elemental, puesto que la estructura resultante, aunque apunta en el mismo sentido, se aleja más de la deseable estructura simple. En este nivel, varios tests aparecen en dos factores (S4, S9, L3, R6 y F4). Curiosamente, cuatro de ellos: S4, L3, R6 y F4, saturan también en el factor de rapidez. Posiblemente sea ésta una importante variable de diferenciación entre sujetos en estas edades inferiores, tal vez por una dependencia de la rapidez lectora.

Con respecto al otro objetivo de la investigación, obtener una batería de pruebas fiables y válidas para el diagnóstico de la inteligencia verbal, creemos que se ha cumplido, ya que, si examinamos los coeficientes de validez individuales de los tests, encontramos numerosos coeficientes superiores a 0,50, especialmente con tests semánticos, de razonamiento y lingüísticos y ésto tanto para las materias de lengua (lenguaje e idioma) como para otras aparentemente más lejanas, como Matemáticas y CC. Naturales. Los tests cumplen además los requisitos señalados por Sternberg (1992) de fiabilidad, validez, objetividad, facilidad de aplicación y economía. Esto último se aprecia mejor en las ecuaciones de regresión múltiple, en las que con un número reducido de tests, entre 3 y 8 (dependiendo del criterio y del nivel) se logran coeficientes de correlación múltiple superiores a 0,70 en casi todos los casos.

Aunque puede hablarse de predicción diferencial, es decir, de que distintos tests predicen los diferentes criterios, en el nivel elemental S5 (completar frases) aparece en todos los casos.

Es destacable también el mayor número de pruebas que son necesarias, en general, para lograr coeficientes de correlación análogos en valor, en el nivel elemental.

Igualmente debemos resaltar que los mismos indicadores de la validez predictiva se encuentran con la correlación canónica.

Estos buenos índices de validez tal vez se deban, como señalan algunos autores, a la dificultad de separar en estas edades las variables aptitudinales de las de rendimiento escolar (Carroll, 1993).

Por último, les recalcamos los buenos ajustes de los tests en general, al modelo de TRI de tres parámetros, con excepción de los tests de rapidez, que no han sido analizados bajo este modelo, ya que uno de sus supuestos de aplicación es precisamente que los tests no sean de rapidez.

En resumen, los datos parecen verificar las hipótesis y objetivos propuestos en la investigación. No obstante, existen ciertas limitaciones que deberán ser objeto de investigación posterior. La primera limitación se refiere a la escasa variabilidad e incidentalidad de las muestras. Parece conveniente llevar a cabo una "cross-validation" para intentar replicar los resultados y poder obtener normas de interpretación adecuadas para estos niveles de edad.

Sería interesante también abordar el estudio de la inteligencia verbal en edades más tempranas, dada la importancia que tiene la detección precoz de posibles deficiencias, que podrían ser entrenables con relativa facilidad.

---

## REFERENCIAS

- ADCOCK, C.J. & WEBBERLEY, M. (1981). Primary mental abilities. *Journal of General Psychology*, 84, 229-243.
- BARTLETT, M.S. (1937). The statistical conception of mental factors. *British Journal of Psychology*, 28, 97-104
- BARTLETT, M.S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Psychology (Stat. Sect.)*, 3, 77-85.
- BARTLETT, M.S. (1953). Factor analysis in Psychology as a statistician sees it. En M.S. BARTLETT (Ed.). *Essays on probability and statistics*. London: Methuen.
- BECHTOLDT, H.P. (1947). Factorial investigation of the perceptual speed factor. *American Psychologist*, 2, 304-305.
- BENTLER, P.M. (1989). *EQS. Structural equations. Program Manual*. Los Angeles: University of California.
- BENTLER, P.M. (1990). Fit indexes, Lagrange multipliers constraint changes and incomplete data in structural models. *Multivariate Behavioral Research*, 25, 163-172.
- BENTLER, P.M. & BONETT, D.G. (1980). Significance tests and goodness-of-fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88, 588-606.
- BENTLER, P.M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107, 238-246.
- BOLLEN, K.A. Y SCOTT LONG, J. (Eds.) (1993). *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage.



- BERRY, J.W. (1987). The comparative study of cognitive abilities. En S.H. Irvine y S.E. Newstead (Eds.). *Intelligence and cognition*. Dordrecht: Nijhoff.
- BOLLEN, K.A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York: Wiley.
- BOLLEN, K.A. (1990). Overall fit in covariance structure models : two types of sample size effects. *Psychological Bulletin*, 107, 256-259.
- BOTZUM, W.A. (1951). A factorial study of reasoning and closure factors. *Psychometrika*, 16, 361-386.
- BROWN, W. & STEPHENSON, W. (1933). A test of the theory of two factors. *British Journal of Psychology*, 23, 352-370.
- BROWNE, M.W. (1982). Covariance structures. En D.M. HAWKINS (Ed.). *Topics in Applied Multivariate Analysis*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- BUNDERSON, C.V. (1967). *Transfer of mental abilities at different stages of practice in the solution of concept problems* (ETS: RB-67-20). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- BURT, C. (1917). *The distribution and relations of educational abilities*. London: King.
- BURT, C. (1941). *The factors of the Mind. An introduction to factor analysis in psychology*. London: Macmillan
- BYRNE, B.M. (1989). *A primer of LISREL: Basic applications and programming for confirmatory factor analytic models*. New York: Springer Verlag.
- CALLES, A. (1981). *Análisis de la estructura de la Fluidez verbal escrita, continua y discreta*. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Madrid: Universidad Complutense.
- CARMINES, E.G. & McIVER, S.P. (1981). Analyzing models with unobserved variables: analysis of covariance structures. En G.W. BOHRNSTEDT & E.F. BORGATTA (Eds.). *Social Measurement: current issues*. Beverly Hills, CA: Sage.
- CARROLL, J.B. (1941). A factor analysis of verbal abilities. *Psychometrika*, vol. 6 (5), 279-07.
- CARROLL, J.B. (1976). Psychometric tests as cognitive tasks: a new "structure of intellect". En L.B. Resnick (Ed.). *The nature of human intelligence*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- CARROLL, J.B. (1978). How shall we study individual differences in cognitive abilities? Methodological and theoretical perspectives. *Intelligence*, 2, 87-115.

- CARROLL, J.B. (1980). *Individual differences relations in psychometric and experimental cognitive tasks*. (NR 150-406 ONR Final Report). Chapel Hill: L.L. Thurstone Psychometric Laboratory University of North Carolina.
- CARROLL, J.B. (1985). Second language abilities. En R.J. STERNBERG (Ed.). *Human abilities: an information processing approach*. San Francisco: Freeman.
- CATTELL, R.B. (1953). *A universal index for psychological factors*. Adv. pub. n° 3. Laboratory of Personality Assessment and Group Behavior. University of Illinois.
- CATTELL, R.B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22.
- CATTELL, R.B. (1971). *Abilities: their structure, growth and action*. Boston: Houghton Mifflin.
- CERELLA, J.; DICARA, R. WILLIAMS, D. & BOWLES, N. (1986). Relations between information processing and intelligence in elderly adults. *Intelligence*, 75-91.
- COOMBS, C.H. (1941). A factorial study of number ability. *Psychometrika*, 6, 161-189.
- CORNELIUS, S.W.; WILLIS, S.L.; NESSELROADE, J.R. & BALTES, P.B. (1983). Convergence between attention variables and factors of psychometric intelligence in older adults. *Intelligence*, 7, 253-269.
- COROMINAS, J. y cols. (1971). Estudio y experiencias con la escala de desarrollo del pensamiento lógico del I.N.O.P. de Francia. *Anuario de Psicología*, Barcelona, 4, 173-183.
- CRONBACH, L.J. & SNOW, R.E. (1977). *Aptitudes and instructional methods*. New York: Academic Press.
- CHEIN, I. (1939). An experimental study of verbal, numerical and spatial factors in mental organizations. *Psychological Record*, 3, 71-94.
- DIEZ, E. (1975). *Las dimensiones factoriales de la inteligencia verbal*. Madrid: Publicaciones I.C.C.E.
- DIXON, W.J. (Ed.) (1990). *BMDP Manual*. Los Angeles, CA: University of California Los Angeles.
- DYE, N.W. & VERY, P.S. (1968). Growth changes in factorial structure by age and sex. *Genetic Psychology Monographs*, 78, 55-88.

- EKSTROM, R.B.; FRENCH, J.W. & HARMAN, H.H. (1976). *Manual of kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, New Jersey: Educational Testing Service.
- EKSTROM, R.B.; FRENCH, J.W. & HARMAN, H.H. (1979). Cognitive Factors. *Multivariate Behavioral Research Monographs*, 79-82.
- EL KOUSSY, A.H. (1935). The visual perception of space. *British Journal of Psychology. Monograph*, 20.
- EMBRETSON, S. (1985a). Latent trait models for response components and strategies. En S. Embretson (Ed.). *Test Design: Directions in psychology and psychometrics*. New York: Academic Press.
- EMBRETSON, S. (1985b). Studying intelligence with test theory models. En D.K. Detterman (Ed.). *Current topics in human intelligence. vol. 1: Research Methodology*. Norwood: Ablex.
- EMBRETSON, S. (1986). Intelligence and its measurement: extending contemporary theory to existing tests. En R. Sternberg (Ed.). *Advances in the Psychology of Human Intelligence, vol.3*. Hillsdale, N.J.: Lawr. Erlbaum
- ESTES, W.K. (1970). *Learning Theory and mental development*. New York: Academic Press.
- ESTES, W.R. (1974). Learning theory and Intelligence. *American Psychologist*, 29, 740-49.
- EYSENCK, H.J. (1973). *The inequality of man*. London: Temple Smith.
- EYSENCK, H.J. (1986). The theory of intelligence and the psychophysiology of cognition. En R.J. Sternberg (Ed.). *Advances in the Psychology of Human Intelligence. Vol.3* Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum
- FERGUSON, G.A. (1954). On learning and human ability. *Canadian Journal of Psychology*, 8, 95-112.
- FERGUSON, G.A. (1956). On transfer and the abilities of man. *Canadian Journal of Psychology*, 10, 121-131.
- FERGUSON, G.A. (1965). Human abilities. *Annual Review of Psychology*, 16, 39-62.
- FERNANDEZ SISTO, F. (1975). *El factor "g" y el pensamiento operatorio*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Madrid: Universidad Complutense.
- FERRE, F. (1992). Factores lingüísticos, semánticos e ideativos en la comprensión verbal. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.



- FREDERIKSEN, J.R. (1980). Component skills in reading: measurement of individual differences through chronometric analysis. En R.F. Snow, P.A. Federico & W.E. Montague (Eds.). *Aptitude, learning and instruction: Cognitive processes and analysis*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- FREDERIKSEN, J.R. (1981). Sources of process interaction in reading. En A.M. LESGOLD & C.A. PERFETTI (Eds.). *Interactive processes in reading*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- FREDERIKSEN, J.R. (1982). A componential theory of reading skills and their interactions. En R.J. Sternberg (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence, vol. 1*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- FRENCH, J.W. (1951). The description of aptitude and achievement tests in terms of rated factors. *Psychometric Monographs*, 5. Chicago: University of Chicago Press.
- FRENCH, J.W.; EKSTRON, R.B. & PRICE, L.A. (1963). *Kit of reference tests for cognitive factors*. Princeton, New Jersey: Educational Testing Service.
- FRUCHTER, B. (1948). The nature of verbal fluency. *Educational and Psychological Measurement*, 8, 33-47.
- GALTON, F. (1883). *Inquiries into human faculty and its development*. Londres: Macmillan.
- GALTON, F.: (1869). *Hereditary genius*. London: Macmillan.
- GARCIA ALBEA, J.E. (1977). Expresión oral y expresión escrita en los tests de fluidez verbal. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 32, n° 144, 41-59.
- GARCIA ALBEA, J.E. (1978). Estructura factorial de la fluidez verbal oral y escrita. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 33, n° 154, 777-801.
- GARCIA ALCAÑIZ, E. (1976). *Fluidez verbal y extroversión*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Universidad Complutense de Madrid.
- GARCIA ALCAÑIZ, E. (1979). La estructura de la fluidez verbal y sus relaciones con la extroversión. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 34, 160-1, 816-818.
- GARCIA ALCAÑIZ, E. y YELA, M. (1981). Análisis comparativo de las dimensiones de la fluidez verbal en una muestra de adultos. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 33, 155, 1019-1030.
- GARCIA ALCAÑIZ, E. y YELA, M. (1981). Análisis comparativo de las dimensiones de la fluidez verbal en adultos y adolescentes. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 36 (2), 295-301.

- GARCIA ALCAÑIZ, E. y YELA, M. (1982). Dimensiones de la Fluidez Verbal en una muestra de adolescentes. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 35, 1, 127-138.
- GARCIA CUETO, E. y YELA, M. (1984). Dimensiones de la fluidez verbal en grupos de distintas edades. *Revista de Psicología General y Aplicada*, vol. 39 (5), 843-895.
- GARCIA JIMENEZ, M.V. (1984). *Estudio de la disponibilidad y la originalidad de las respuestas en pruebas de fluidez verbal escrita*. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid.
- GARRET, H.E. (1938). Differential mental tests. *Psychological Records*, 2, 259-298.
- GLASER, R. (1976). The processes of intelligence and education. En L.B. Resnick (Ed.). *The Nature of Intelligence*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- GLASER, R. (1980). General discussion: relationships between aptitude, learning and instruction. En R.E. Snow, P.A. Federico & W. Montague (Eds.). *Aptitude learning and instruction: Cognitive processes analysis*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- GOLDBERG, R.; SCHWARTZ, S. & STEWART, M. (1977). Individual differences in cognitive processes. *Journal of Educational Psychology*, 69, 9-14.
- GOODMAN, C.H. (1943). A factorial analysis of Thurstone's sixteen primary mental abilities tests. *Psychometrika*, 8, 141-151.
- GOULD, S.J. (1981). *The mismeasure of man*. New York: Norton.
- GUILFORD, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- GUILFORD, J.P. (1973). Theories of intelligence. En B. Wolman, *Handbook of general psychology*. New Jersey: Prentice Hall.
- GUILFORD, J.P. & HOEPFNER, R. (1971). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- GUTHRIE, G.M. (1963). Structures of abilities in a non-western culture. *Journal of Educational Psychology*, 54 (2), 94-103.
- GUSTAFFSON, J.E. (1984). A unifying model for the structure of intellectual abilities. *Intelligence*, 179-203.
- GUSTAFFSON, J.E. (1988). Hierarchical models of individual differences in cognitive abilities. En R.J. Sternberg (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- GUTTMAN, L. (1954). A new approach to factor analysis: The radex. En P.F. Lazarsfeld. *Mathematical thinking in the social sciences*. Glencoe: The Free Press. 258-348.
- GUTTMAN, L. (1970). Integration of test design and analysis. *Proceedings of the 1969 invitational conference on testing problems*. Princeton, N.J.: Educational testing Service.
- GUTTMAN, L. (1965). A faceted definition of intelligence. En R. Eifermann (Ed.) *Scripta Hyerosolmitana*. Jerusalem: Magnes Press.
- HAAG, R.A. & DAVID, K.H. (1969). The latent dimensions of several measures of creativity. *Journal of General Psychology*, 80, 279-285.
- HARRIS, C.W. & HARRIS, M.L. (1971). Evidence concerning the Thurstone, Guttman and Guilford schema for classifying selected cognitive abilities. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. Citado en *EKSTRON, FRENCH & HARMAN*, 1979.
- HERNSHAW, L.S. (1975). Structuralism and intelligence. *International Review of Applied Psychology*, 24, 2, 85-91.
- HOELTER, J.W. (1983). The analysis of covariance structures: Goodness-of-fit indices. *Sociological Methods and Research*, 11, 325-344.
- HORN, J.L. (1979). Some correctable defects in research on intelligence. *Intelligence*, 3, 307-322.
- HORN, J.L. (1980). Concepts of intelligence in relation to learning and adult development. *Intelligence*, 4, 285-319.
- HORN, J.L. (1986). Intellectual ability concepts. En R.J. Sternberg (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence vol.3*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- HORN, J.L. & CATTELL, R.B. (1966). Refinement of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology*, 57, 253-270.
- HOTELLING, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24, 417-441, 498-520.
- HUMPHREYS, L.G. (1962). The organization of human abilities. *American Psychologist* 17, 7, 475-483.
- HUNT, E. (1978). Mechanics of verbal ability. *Psychological Review*, vol. 85, 2, 109-130.



- HUNT, E. (1987). A cognitive model of individual differences with an application to attention. En S.H. Irvine & S.E. Newstead (Eds.). *Intelligence and Cognition: Contemporary frames of reference*. Dordrecht: Nijhoff.
- HUNT, E. & LANSMAN, M. (1975). Cognitive theory applied to individual differences. En W. Estes (Ed.). *Handbook of Learning and cognitive Processes*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- HUNT, E.; FROST, M. & LUNNEBORG, C. (1973). Individual differences in cognition. En G. Bower (Ed.). *Thepsychology of learning and motivation, vol. 7*. New York: Academic Press.
- HUNT, E.; LUNNEBORG, C. & LEWIS, J. (1975). What does it mean to be high Verbal? *Cognitive Psychology, 7*, 194-227.
- IRVINE, S.H. (1987). Functions and constants in mental measurement: A taxonomic approach. En S.H. Irvine & S.E. Newstead (Eds.). *Intelligence and cognition: Contemporary frames of reference*. Dordrecht: Nijhoff.
- JACKSON, M. & McCLELLAND, J. (1979). Processing determinants of reading speed. *Journal of Experimental Psychology, 108*, 151-181.
- JENSEN, A.R. (1980). *Bias in mental testing*. New York: Free Press.
- JOHNSON, D.M. & REYNOLDS, F. (1941). A factor analysis of verbal ability. *The Psychological Records, 4*, 183-195.
- JOHNSON-LAIRD, P.H. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- JORESOG, K.G. (1969). A general approach to confirmatory factor analysis. *Psychometrika, 34*, 183-202.
- JÖRESOG, K.G. & SÖRBOM, D. (1981). *LISREL V. Analysis of linear structural relationships by maximum likelihood and least squares methods*. Department of Statistics. University of Uppsala.
- JÖRESOG, K.G. & SÖRBOM, D. (1989). *LISREL 7. A guide to the program and its applications*. Chicago: SPSS KAISER, M.F. (1958). The varimax criterion for analytical rotation in factor-analysis. *Psychometrika, 23*, 187-200.
- JÖRESOG, K.G. & SÖRBOM, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- KELLEY, T.L. (1928). *Crossroads in the mind of man. A study of differentiable mental abilities*. Stanford: Stanford University Press.
- LANSMAN, M.; DONALDSON, G.; HUNT, E. & YANTIS, S. (1982). Ability factors and cognitive processes. *Intelligence*, 6, 347-380.
- LANGSAM, R.S. (1941). A Factorial Analysis of Reading Ability. *Journal Experimental Educational*, 10, 57-63.
- LAWLEY, D.N. & MAXWELL, A.E. (1971). *Factor analysis as a statistical method*. London: Butterworths.
- LONG, J.Scott (1983). *Confirmatory factor analysis*. Beverly Hills, CA: Sage.
- MARSH, H.W., BALLA, J.R. & McDONALD, R.P. (1988). Goodness-of-fit indexes in confirmatory factor analysis: the effect of sample size. *Psychological Bulletin*, 103, 391-410.
- MARSHALEK, M. (1981). Trait and process aspects of vocabulary knowledge and verbal ability. *Technical Report*, 15. Stanford University. School of Education.
- MARSHALEK, B., LOHMAN, D.F. & SNOW, R.E. (1983). The complexity continuum in the radex and hierarchical models of intelligence. *Intelligence*, 7, 107-128.
- MARTINEZ ARIAS, M.R. (1982). Inteligencia y procesamiento de la información. En I. Delclaux y J. Seoane (Eds.). *Psicología Cognitiva y procesamiento de la información*. Madrid: Pirámide.
- MARTINEZ ARIAS, R. (1991). Inteligencia y procesos superiores. En R. Martínez Arias y M. Yela (Eds.). *Pensamiento e inteligencia*. Madrid: Alhambra, Universidad.
- MARTINEZ ARIAS. (1995). *Psicometría: teoría de los tests psicológicos y educativos: Síntesis*.
- MARTINEZ ARIAS, R. (1991). Inteligencia y procesos superiores. En R. Martínez Arias y M. Yela (Eds.). *Pensamiento e inteligencia*. Madrid: Alhambra, Universidad.
- MARTINEZ, V. (1978). *Estudio de los factores de fluidez verbal*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación (Sección Psicología). Madrid: Universidad Complutense.
- MCDONALD, R.P. (1989). An index of goodness-of-fit based on noncentrality. *Journal of Classification*, 6, 97-103.

- MCDONALD, R.P. y MARSH, H.W. (1990). Choosing a multivariate model: Noncentrality and goodness of fit. *Psychological Bulletin*, 107, 247-255.
- McCLELLAND, D.C. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence". *American Psychologist*, 28, 1-14.
- MELTON, A.W. (1967). Individual differences and theoretical process variables. En R.M. Gagné (Ed.). *Learning and individual differences*. Columbus: Merrill.
- MESSICK, S. & FRENCH, J.W. (1975). Dimensions of closure in cognition and personality. *Multivariate Behavioral Research*, 10, 3-16.
- MICHAEL, W.B. & JONES, R.A. (1961). Linguistic factors in several tests and criterion measures pertaining to communication skills. *Educational and Psychological Measurement*, 21 (4), 1011- 1014.
- MOONEY, C.M. (1954). A factorial study of closure. *Canadian Journal of Psychology*, 8, 51-60.
- MULAİK, S., JAMES, L., VAN ALSTINE, J., BENNETT, N., LIND, S. y STILWELL, C. (1989). Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. *Psychological Bulletin*, 105, 430-445.
- MUÑIZ, J. (1978). Inteligencia y fluidez verbal. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 34, n° 160-161, 819-821.
- MUÑIZ, J. (1980). Dimensiones factoriales de la fluidez oral. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 35 (5), 861-882.
- MUÑIZ, J. (1982). *Influencia de la Inteligencia general y de la comprensión verbal en la estructura factorial de la fluidez oral*. Santiago de Compostela: VII Congreso Nacional de Psicología.
- MUÑIZ, J. (1991). Inteligencia y procesos básicos. En R. Martínez Arias y M. Yela (Eds.). *Pensamiento e inteligencia*. vol.5. Madrid: Alhambra, Universidad.
- MUÑIZ, J. y YELA, M. (1982). Modulaciones de la estructura factorial de la fluidez oral por variables cognoscitivas y de personalidad. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 37,(5), 957-972.
- MUÑIZ, J.; GARCIA CUETO, E.; GARCIA ALCAÑIZ, E. y YELA (1982). Análisis de la fluidez verbal oral y escrita en varones y mujeres. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 40 (2), 255-276.



- MURGA, A. (1978). *Dimensiones de la fluidez verbal en una población femenina*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Madrid: Universidad Complutense.
- NEISSER, U. (1976). General academic and artificial intelligence. En L.B. Resnick (Ed.). *The nature of intelligence*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- NEISSER, U. (1979). The concept of intelligence. *Intelligence*, 3, 217-227.
- NIHIRA, K.; GUILFORD, J.P.; HOEPFNER, R. & MERRIFIELD, P.R. (1964). A factor analysis of the semantic-evaluation abilities. *Reports from the Psychological Laboratory, University of Southern California*, n° 32, Dec.
- NORTHROP, L.C. (1977). The definition and measurement of verbal Comprehension. *Personnel Research and Development Center, Washington, D.C.: United States Civil, Service Commission*, 20415, August.
- OLERON, P. (1957). *Les composantes de l'intelligenced'après les recherches factorielles*. París: P.U.F.
- PAWLIK, K. (1966). Concepts and calculations in human cognitive abilities. En R.B. Cattell (Ed.). *Handbook of multivariate experimental psychology*. Chicago: Rand McNally.
- PELLEGRINO, J.W. (1988). Mental Models and Mental Tests. En H. Wainer & H.I. Braun (Eds.). *Tests Validity*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- PELLEGRINO, J.W. & GLASER, R. (1979). Cognitive correlates and components in the analysis of individual differences. *Intelligence*, 3, 187-214.
- PELLEGRINO, J.W. & GLASER, R. (1980). Components of inductive reasoning. En R.E. Snow, P.A. Federico & A. Montague (Eds.). *Aptitude, learning and instruction: Cognitive processes analysis*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- PEMBERTON, C.L. (1952). The closure factors related to other cognitive processes. *Psychometika*, 17, 267-288.
- PEREDA, S. (1982). *Análisis de la originalidad en pruebas de fluidez verbal escrita*. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Madrid: Universidad Complutense.
- PÉREZ MELÉNDEZ, C. (1983). *Dimensiones de la Inteligencia Verbal: Fluidez y Comprensión*. Tesis Doctoral. facultad de Psicología. Madrid: Universidad Complutense.
- POSNER, M. & MITCHELL, R. (1967). Chronometric analysis of clasification. *Psychological Review*, 74, 392-409.

- QUINTANILLA, M.A. (1975). Factores socioeconómicos y factores socioculturales en el ritmo del desarrollo del pensamiento operatorio. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 133 y 134, 243-261.
- RECARTE, M.A. (1981). *Dimensiones factoriales de la conducta verbal*. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Madrid: Universidad Complutense.
- REED, S.C. (1966). *Some relationships between conceptual complexity and mental abilities*. (ETS RB. 66-33). Princeton, N.J.: Educational Testing Service.
- RESNICK, L.B. (Ed.). (1976). *The nature of intelligence*. New Jersey: Lawrence-Erlbaum.
- ROGERS, C.A. (1953). The structure of verbal fluency. *British Journal of Psychology*, 44, 360-380.
- ROJO CALVO, C. (1989). *Dimensiones factoriales de la fluidez verbal en niños de 8 a 11 años*. Tesis Doctoral. Madrid: Editorial de la Universidad Complutense.
- RONNING, R., GLOVER, J., CONOLEY, J.C. & WITTJ. (Eds.) (1987). *The influence of cognitive psychology on testing and measurement: The Buros-Nebraska Symposium on measurement and testing*. Vol. 3 Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- ROYCE, J.R. (1973). The conceptual framework for a multi-factor theory of individuality. En J.R. Royce (Ed.). *Multivariate analysis and psychological theory*. London: Academic Press.
- RUMELHART, D.E. (1980). *Understanding understanding*. (Tech.Rep. 8101). San Diego: University of California, Center for Human Information Processing.
- SCHANK, R. & ABELSON, R. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- SIMON, R. (1987). *Estructura de las aptitudes verbales en monolingües y bilingües*. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Madrid: Universidad Complutense.
- SNOW, R.E. (1980). Aptitude processes. En R.E. Snow, P.A. Federico & A. Montague (Eds.). *Aptitude, learning and instruction: Cognitive processes analysis*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum
- SNOW, R.E.; KYLLONAN, P.C. & MARSHALEK, B. (1984). The topography of ability and learning correlations. En R.J. Sternberg, (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence, vol.2*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- SNOW, R.E. & LOHMAN, D.F. (1989). Implications of cognitive psychology for educational measurement. En R.Linn (Ed.). *Educational Measurement*. New York: Macmillan.

- SPEARMAN, C. (1904). General Intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-292.
- SPEARMAN, C. (1927). *The abilities of man*. London: McMillan.
- SPEARMAN, C. (1933). The factor theory and its troubles. *Journal of Educational Psychology*, 24.
- SPEARMAN, C. & JONES, L.W. (1950). *Human ability*. London: McMillan.
- SPSS, Inc. (1990). *SPSS Reference guide*. Chicago: Author.
- STANKOV, L. (1980). Psychometric factors as cognitive tasks: a note on Carroll's new structure of intellect. *Intelligence*, 4, 65-71.
- STERNBERG, R.J. (1977). *Intelligence, information processing and analogical reasoning*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- STERNBERG, R.J. (1978a). Isolating the components of intelligence. *Intelligence*, 2, 117-28.
- STERNBERG, R.J. (1978b). Intelligence research and the interface between differential and cognitive psychology. *Intelligence*, 2, 195-222.
- STERNBERG, R.J. (1982). Reasoning, problem solving and intelligence. En R.J. Sternberg (Ed.). *Handbook of Human Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- STERNBERG, R.J. (1984). Toward a triarchic theory of human intelligence. *Behavioral and Brain Sciences*, 7, 269-315.
- STERNBERG, R.J. (1985a). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- STERNBERG, R.J. (1985b). Introduction what is an information processing approach to human abilities. En R.J. Sternberg (Ed.). *Human abilities: an information processing approach*. New York: Freeman.
- STERNBERG, R.J. & POWELL, J.S. (1983). Comprehending verbal comprehension. *American Psychologist*, 38, 878-893.
- TANAKA, J.S. y HUBA, G.J. (1989). A general coefficient of determination for covariance structure models under arbitrary GLS estimation. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 38, 197-201.



- TANAKA, J.S. (1993). Multifaceted conceptions of fit in structural equation models. En K.A. Bollen y J. Scott Long (Eds.). *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage. \*
- TAYLOR, C.W. (1947). A factorial study of fluency in written. *Psychometrika*, 12, 4, 239-62.
- TEA, (1964). *Tests de Dominós D 48*. Madrid, Sección de Estudios de Tests de TEA.
- THOMSON, G.H. (1919). On the cause of hierarchical order among correlation coefficients. *Proceedings of the Royal Society, A*, 95, 400-408.
- THOMSON, G.H. (1939). *The factorial analysis of human ability*. London: University of London Press.
- THURSTONE, L.L. (1931). Multiple Factor Analysis. *Psychological Review*, 38, 406-427.
- THURSTONE, L.L. (1935). *The vectors of mind*. Chicago: Chicago University Press.
- THURSTONE, L.L. (1938). *Primary Mental Abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- THURSTONE, L.L. (1940). Experimental study of simple structure. *Psychometrika*, 5, 153-68.
- THURSTONE, L.L. (1941). *Multiple Factors Analysis. A development and expansion of the vectors of mind*. Chicago: University of Chicago Press.
- THURSTONE, L.L. (1944). Second order factors. *Psychometrika*, 9, 71-100.
- THURSTONE, L.L. (1947). *Multiple factor analysis*. Chicago: University of Chicago Press.
- TUDDENHAM, R.B. (1970). A piagetian test of cognitive development. En B. Dockrell (Ed.). *On intelligence*. London: Methuen.
- VERNON, P.E. (1950). *The structure of human abilities*. New York: Wiley.
- VERNON, P.E. (1970). Intelligence. En B. Dockrell, *On intelligence*. London: Methuen.
- WERNER, H. & KAPLAN, E. (1952). The acquisition of word meanings: a developmental study. *Monographs of the Society for Research in child development (No.51)*.
- WHEATON, B., MUTHEN, B., ALWIN, D.F. & SUMMERS, G.F. (1977). Assessing reliability and stability inpanel models. En D.R. Heise (Ed.). *Sociological Methodology 1977*. San Francisco: Jossey Bass.

- WILLINGHAM, W.W. (1988). Testing handicapped people. The validity issues. En H. Wainer & H.I. Braun (Eds.). *Tests Validity*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- WOODROW, H. (1939). The common factors in fifty-two mental tests. *Psychometrika*, 4, 99-108.
- YELA, M. (1949). The application of the principle of simple structure to Alexander's data. *Psychometrika*, 2, 121-135.
- YELA, M. (1963). Los factores de orden superior en la estructura de la inteligencia. *Revista de psicología General y Aplicada*, 19, 68 y 69, 1075-1092.
- YELA, M. (1974). *La estructura de la conducta*. Madrid: Real Academia de Ciencias morales y Políticas.
- YELA, M. (1975). Comprensión verbal y bilingüismo. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 30, 137, 1039-1046.
- YELA, M. (1976). La estructura diferencial de la inteligencia. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 31, 591-605.
- YELA, M. (1981). El progreso de la inteligencia: Evolución biológica y desarrollo cultural. Madrid: Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, 58, 29-60.
- YELA, M. (1982). *Dimensions of verbal intelligence: Verbal Comprehension*. Rabat: VII curso Internacional de Lingüística.
- YELA, M. (1982). La inteligencia y la acción verbal. Sistemas de procesamiento, desarrollo evolutivo y dimensiones factoriales. En J. Mayor (Ed.) (Homenaje a Pinillos). *Actividad humana y procesos cognitivos*. Madrid: Alhambra 199-213.
- YELA, M. (1987). *Estudios sobre inteligencia y lenguaje*. Madrid: Pirámide.
- YELA, M.; PASCUAL, M. y DIEZ, E. (1969). Las dimensiones de la comprensión verbal. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 24, 99-100, 705-770.
- YELA, M. (1991). La estructura diferencial de la inteligencia. El enfoque factorial. En R. Martínez Arias y M. Yela (Dirs.). *Pensamiento e inteligencia*. Madrid: Alhambra, Universidad.



















**Ministerio de Educación y Ciencia**

Secretaría de Estado de Educación

Dirección General de Renovación Pedagógica