

## ¿TESTS? SÍ, GRACIAS, Y ¿FACTORES? TAMBIÉN, POR FAVOR

**Antonio Palacios Cibrián**  
**Roberto Colom-Marañón**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

### RESUMEN

*Este trabajo tiene como objetivo estudiar la relación entre las pruebas psicométricas y el rendimiento académico en los alumnos universitarios, en concreto en los de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid. Para ello, en primer lugar, se seleccionó y aplicó una batería de 10 pruebas psicométricas, en función de tres contenidos (verbal, numérico-abstracto y figural). En segundo lugar, se registraron las calificaciones en las asignaturas en 1º curso. Los resultados indican que: a) En lo que hace referencia a las pruebas psicométricas, estas conforman tres factores que corresponden a los tres contenidos anteriormente mencionados, b) en lo que se refiere al rendimiento académico, las calificaciones están significativamente relacionadas entre sí, c) en cuanto a la relación entre test y calificaciones, son los tests de carácter verbal y numérico-abstracto los que correlacionan de forma significativa con las calificaciones y d) en lo que hace referencia a la capacidad de predicción de los tests, esta parece ser mayor en los alumnos de alto rendimiento que en los de bajo rendimiento. Por todo ello, sostenemos que: Tests, sí, y factores, también por favor.*

**Palabras Clave:** TESTS, APTITUDES, RENDIMIENTO, FACTORES, DIFERENCIAS INDIVIDUALES

### SUMMARY

*The main goal of this paper is the study of the relationships between psychometric tests and academic achievement of undergraduate students (from the Universidad Autónoma de Madrid). First, we designed and*

applied a battery including 10 tests, the main criterion was their content (verbal, quantitative and spatial). Second, the academic achievement was registered. There were the results: (a) psychometric tests loaded in three factors; the content of the tests was the grouping criterium; (b) academic achievement was related into a differentiated factor; (c) verbal and quantitative tests were the most correlated with academic achievement; and (d) the predictive power of the tests was higher for the best students than for the mean and low students. Therefore, "Tests? Yes, And Factors? Please, also".

**Key words:** TESTS, ABILITIES, ACHIEVEMENT, FACTORS, INDIVIDUAL DIFFERENCES

## INTRODUCCIÓN

En 1991 se comenzó una investigación sobre el análisis de las relaciones entre las aptitudes intelectuales medidas a través de tests psicométricos y el rendimiento académico en una serie de asignaturas de la licenciatura de Psicología de la Facultad de Psicología de la UAM (Universidad Autónoma de Madrid).

La primera fase del estudio se realizaba cuando los alumnos comenzaban su formación. Se aplicó una serie de tests psicométricos, de modo que por cada factor esperado que representase en principio a las aptitudes primarias, se considerasen al menos dos tests o instrumentos de medida (Carroll, 1993). Los resultados obtenidos de ésta primera aplicación se analizaron *descriptivamente* para cada variable (distribuciones de frecuencias, medidas de posición, medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y dispersión), se estudió la relación entre las distintas variables dos a dos (matriz R de *correlaciones*), y se *factorizó* la matriz de correlaciones usando distintos métodos de extracción y rotación para averiguar la consistencia de las soluciones (componentes principales, factores principales y máxima verosimilitud, con rotaciones varimax y oblimin; Martínez Arias, 1995).

La segunda fase consistió en registrar las calificaciones obtenidas por los alumnos en la convocatoria de exámenes de Junio, es decir, al término del curso académico (rendimiento). Las calificaciones en las asignaturas (Psicología general I, Fundamentos biológicos de la conducta I, Psicoestadística I, Historia de la Psicología, y Epistemología y metodología de la psicología) se añadieron a la matriz de datos original, se realizó un nuevo análisis de las correlaciones, se factorizaron todas las variables conjuntamente con carácter

exploratorio, y se calculó un LISREL para confirmar la estructura factorial sugerida por los análisis exploratorios.

Se realizaron una serie de análisis de las relaciones entre los resultados en los tests psicométricos y el rendimiento académico. Es decir, ¿qué tests predicen un rendimiento óptimo o inadecuado en las diversas asignaturas cursadas? ¿es posible usar una combinación de variables para predecir un rendimiento óptimo o inadecuado? ¿cuáles son las variables que de modo combinado interactúan para predecir el rendimiento universitario? ¿o resulta más predictivo del rendimiento el propio rendimiento?. Es decir, aprobar o suspender de modo sistemático.

En resumen, se estudian los siguientes aspectos:

1. ¿Son los tests psicométricos de aptitud predictivos del rendimiento universitario?
2. ¿Predice mejor un sólo test (p.e. de razonamiento abstracto) que una combinación lineal de determinados tests?
3. ¿Interactúan los factores de aptitud con el rendimiento académico?
4. Caso positivo, ¿interactúan igual todos los factores que cubren los distintos dominios intelectuales?
5. ¿Es lo mismo predecir un buen rendimiento que un bajo rendimiento, a partir de los tests psicométricos?
6. Si hay predicción, ¿hay relación particular entre los distintos tipos de tests psicométricos y las asignaturas?
7. ¿Hay algunos tests con mayor capacidad de predicción?
8. ¿Es posible hablar de una aptitud de rendimiento académico no matizada por las aptitudes? Es decir, ¿hay alumnos que son expertos en aprobar, independientemente de que tengan un perfil de aptitud facilitador del rendimiento óptimo en la universidad? Con otras palabras, ¿son cosas distintas la inteligencia medida psicométricamente y el rendimiento universitario? ¿Covarian o están relacionados?

Una pregunta razonable es si no sería interesante incluir variables de personalidad en el proyecto para tratar de incrementar el valor de los índices predictivos sobre el rendimiento académico. La respuesta razonable es sí. De hecho, en los años sucesivos se han incluido medidas de variables de personalidad que según la literatura interactúan con las variables de aptitud para mejor predecir rendimiento académico: inestabilidad-estabilidad emocional (ansiedad), e introversión-extroversión, fundamentalmente.

En cualquier caso, el objetivo del proyecto del que estamos informando aquí ha ido dirigido a la exploración de las relaciones entre variables "frías",

como son las aptitudes intelectuales, y el rendimiento académico indicado por las calificaciones en las asignaturas cursadas.

La meta a término es desarrollar un *modelo causal* que contenga indicadores sobre el grado numérico en que se relacionan las variables relevantes de aptitud y de rendimiento. De esta manera, este modelo causal, revisable en virtud de los nuevos datos que se vayan incorporando, debe permitir *estimar*, con el grado correspondiente de error, qué variables tienen más peso para predecir un rendimiento óptimo o inadecuado (Asher, 1983).

A nivel de persona, esto se concreta en una *ecuación de especificación factorial* que contiene el valor de los factores en la población vinculado a las puntuaciones típicas de la persona en las variables incluidas en el modelo (Cattell y Kline, 1977; Cattell, 1990).

Una de las ventajas de disponer de un modelo de este tipo es poder anticipar posibles inconvenientes a la hora de lograr un rendimiento óptimo, siempre y cuando se cumplan criterios mínimos, tales como que la persona dedique el tiempo suficiente a estudiar, acuda a clase, recurra a las tutorías para consultar posibles dudas, profundización en las materias impartidas, técnicas convenientes de estudio, etcétera. En último término, este modelo causal tendría que ser completado por una serie múltiple de variables distintas a las aptitudes intelectuales, a las variables de personalidad, y al propio rendimiento académico a término, vinculadas a instrumentos de medida sensibles a los cambios sucesivos en esas variables.

## **Estudio empírico: capacidades y rendimiento**

### ***Objetivo***

En este artículo se intenta formular un modelo matemático sobre las relaciones entre factores de aptitud y rendimiento universitario. Este modelo incluye, asimismo, los instrumentos de medida usados para marcar los factores de aptitud.

### ***Muestras***

La muestra inicial contenía 426 estudiantes de primero de psicología de la UAM. Dado que los instrumentos de medida se aplicaron en dos sesiones, algunos alumnos no pudieron asistir a la segunda sesión, hecho que lleva a reducir la muestra en los análisis de correlaciones y en los estudios factoriales con todas las variables. En el lugar correspondiente se indica el N asociado a cada tipo de análisis.

### **Instrumentos de medida**

Las aptitudes o capacidades que se midieron fueron la aptitud para razonar, para gestionar relaciones espaciales, para gestionar información verbal, para gestionar números, y, finalmente, la aptitud para memorizar.

La aptitud para razonar es la capacidad para resolver problemas lógicos, prever y planear. Los instrumentos usados son: Test de razonamiento abstracto (DAT-AR) del *Differential Aptitude Test* (tiempo aprox. = 25 min.; N = 426; Bennet y col., 1994), Test de analogías del 'Test de Aptitudes Mentales Diferenciadas (ANA) (t. aprox. = 4 min.; N = 366; Yagüe, 1977).

La aptitud para gestionar relaciones espaciales se puede definir como la capacidad para imaginar y concebir objetos en dos o tres dimensiones. Los instrumentos de medida son: Figuras idénticas de la 'Batería Factorial de Aptitudes'(FI) (t = 3 min.; N = 426, Manzione, 1974), Rotación de Figuras Macizas(FM) (t = 9 min.; N = 366, Yela, 1994).

La aptitud para gestionar información verbal se concibe como la capacidad para comprender ideas expresadas en palabras. Los instrumentos de medida son: Test de Factor V del *Primary Mental Abilities* (PMA-V) (t = 4 min.; N = 368; Thurstone, 1994. Test de Comprensión Verbal de la 'Batería Factorial de Aptitudes'(CV) (t = 15 min.; N = 426, Manzione, 1974).

La aptitud para gestionar números es la capacidad para manejar números y resolver rápidamente y con precisión problemas cuantitativos. Los instrumentos son: Tests de Monedas-2 (MON-2) (t = 12 min.; N = 426; Seisdedos, 1994). Test N del *Primary Mental Abilities* (PMA-N) (t = 6 min.; N = 368; Thurstone, 1994).

La aptitud para memorizar es la capacidad para retener información, a corto o largo término. Los instrumentos son: Recuerdos 1 del Test 'Aptitudes Mentales Diferenciales'(REC-1) (t = 5 min.; N = 364; García-Yagüe, 1977). Recuerdos 2 del Test 'Aptitudes Mentales Diferenciales'(REC-2) (t = 4 min.; N = 364; García-Yagüe, 1977).

## **RESULTADOS**

### **1. Tests de aptitud**

#### **1.1. Resultados descriptivos: Tendencia central y variabilidad**

Los resultados descriptivos de los tests aparecen en la tabla 1. (para obtener mayor información sobre estos resultados descriptivos véase Colom et al, 1992 y Palacios et al, 1994).

Tabla 1.- Medidas descriptivas de las puntuaciones en los tests

	Punt. Max.	Media	Desv. Tip.	MIN	MAX
DAT-AR.	50	36,43	7,04	6	49
F. I.	27	14,04	2,79	0	21
C. V.	31	15,19	3,62	0	24
Mon-2	40	20,50	6,56	0	34
Ana.	20	14,45	2,21	4	19
F. M.	21	9,82	4,83	0	21
PMA-V	50	28,06	6,67	9	49
PMA-N	70	20,01	7,29	1	49
REC-1	26	18,07	4,66	7	26
REC-2	22	14,68	4,56	0	22

### 1.2. Correlaciones

Las correlaciones entre las variables aptitudinales aparecen en la tabla 2.

La tabla de correlaciones resulta compleja de estudiar. No obstante, vamos a reseñar las más relevantes. En primer lugar, destaca que la mayor parte de las correlaciones son positivas y estadísticamente significativas ( $* = p < .01$  y  $** = p < .001$ ). A pesar de la homogeneidad de la muestra, dado su origen universitario. Y, en segundo lugar, las correlaciones no resultan muy altas, aunque la mayor parte de ellas son positivas. Esto no sorprende, dado que como ha mostrado la historia del estudio psicométrico de las aptitudes intelectuales, es perfectamente esperable una tabla como la encontrada en esta investigación aplicada.

Así por ejemplo, la correlación entre razonamiento abstracto y Monedas-2 es de  $r=.5102$ , entre Monedas-2 y figuras macizas es de  $r=.3256$ , entre Monedas-2 y Factor N es de  $r=.4139$ , entre analogías verbales y recuerdos-2 (memoria verbal-descriptivo) es de  $r=.4798$ , entre analogías verbales y factor V es de  $r=.4148$ , entre recuerdos-2 y factor V es de  $r=.4250$ , y entre factor V y factor N es de  $r=.3130$ . Observamos también que la correlación entre figuras idénticas y comprensión verbal, y entre ésta y recuerdos-1 (memoria figurativa) es negativa.

Tabla 2.- Correlaciones entre puntuaciones de los tests

	ANA.	F.I.	F.M.	PMA-V	C.V.	MON-2	F.M.	REC-1	REC-2
DAT-AR	,23**	,14	,27**	,28**	,20**	,51**	,27**	,18*	,27**
ANA.		,07	,15*	,41**	,26**	,17*	,14*	,14*	,48**
F.I.			,24**	,07	-,02	,18*	,16*	,27**	,14*
F.M.				0,18	,04	,33**	,20**	,20**	,20**
PMA-V					,25**	,27**	,31**	,19**	,43**
C.V.						,22**	,10	,00	,16*
MON-2							,41**	,17**	,24**
PMA-N								,14*	,25**
REC-1									,24**

Tabla 3.- Resultados derivados de la rotación oblimin a partir de una extracción por máxima verosimilitud

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
DAT-AR	,63235	,20467	,15054
F.I.	,18676	-,12044	,59147
Mon-2	,94662	-,24340	-,11063
C.V.	,31873	,38656	-,34149
REC-1	,12151	,24965	,56465
Ana.	-,17246	,83140	-,11241
F.M.	,38353	,14264	,39456
REC-2	-,12251	,75729	,28089
C.V.	,20020	,67727	,12128
PMA-N	,50454	,19601	,20946
Valor Propio	2,37	0,83	0,54
Porcentaje de varianza	23,7	8,3	5,4

### 1.3. Estudio factorial exploratorio

Para analizar las posibles relaciones entre las puntuaciones en los tests, hemos realizado un análisis factorial, utilizando como método de extracción el de máxima verosimilitud y el de rotación el criterio oblimin (Kline, 1994). Los resultados aparecen en la tabla 3 y en la tabla 4.

Tabla 4.- Matriz de correlaciones entre factores (Oblimin a partir de máxima verosimilitud)

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
FACTOR 1		.49164	.27308
FACTOR 2			.16026
FACTOR 3			

Los resultados muestran la condensación de tres factores, el factor 1 está formado por Monedas-2, Razonamiento Abstracto y Numérico; por tanto, podemos hablar de un *factor numérico-abstracto*. Analogías Verbales, Memoria Verbal y Comprensión Verbal saturan en el factor 2, y comprensión verbal también muestra una saturación relevante, por lo que podemos referirnos a un *factor verbal*. Por último, el factor 3 está compuesto por Figuras Idénticas y Memoria Figural; Figuras Macizas también presenta una saturación relevante. Así, podemos denominar a éste como un *factor espacio-figural*. El factor 1 explica el 23.7% de la varianza común; el factor 2 explica el 8.3% de la varianza y el factor 3 explica el 5.4% de la varianza. Los tres factores explican el 37.4% de la varianza común. Y el valor del estadístico  $\chi^2$  que mide el ajuste del modelo es de 8,79 con una probabilidad asociada de ,56.

Las relaciones entre los factores son todas significativas. No obstante, puede advertirse que hay una correlación bastante alta entre el factor 1 y el factor 2, y relevante entre el factor 1 y el factor 3, y que la correlación entre el factor 2 y el factor 3 es bastante menor.

### 1.4. Estudio factorial confirmatorio

Para confirmar el resultado del análisis factorial exploratorio, hemos diseñado un modelo LISREL (DOS -LISREL 7.16, Joreskog y Sorbom,

1989) sobre las puntuaciones obtenidas. Los resultados obtenidos aparecen en las tablas de la 5 a la 8. y en la figura 1.

**Tabla 5.- Lambda ( $\lambda$ ): relaciones entre las variables exógenas (x) y las variables endógenas (e)**

VARIABLES	KSI 1	KSI 2	KSI 3
DAT-AR	,654	,000	,000
MON-2	,799	,000	,000
PMA-N	,511	,000	,000
REC-2	,000	,696	,000
C.V.	,240	,329	-,276
PMA-V	,000	,651	,000
ANA.	,000	,691	,000
F.I.	,000	,000	,528
REC-1	,000	,000	,540
F.M.	,279	,000	,300

**Tabla 6.- Phi ( $\phi$ ): Correlaciones entre las variables independientes endógenas**

PHI	KSI 1	KSI 2	KSI 3
KSI 1		,514	,464
KSI 2			,418

**Tabla 7.- Theta Delta ( $\delta$ ): Errores de estimación de las variables independientes exógenas**

DAT-AR	MON-2	PMA-N	REC-2	C.VER	PMA-V	ANA.	F.I.	REC-2	P.M.
,581	,386	,744	,527	,817	,587	,555	,739	,713	,760

**Tabla 8.- Correlaciones múltiples al cuadrado de cada una de las variables independientes exógenas (x), con el resto**

DAT-AR	MON-2	PMA-N	REC-2	C.VER	PMA-V	ANA.	F.I.	REC-2	F.M.
,424	,623	,260	,479	,186	,419	,463	,274	,290	,244

El modelo LISREL construido nos informa de una correspondencia con los resultados derivados de los análisis exploratorios. Es decir, se confirma la aparición de tres espacios de covariación fundamentales, a saber: Numérico-Abstracto, Verbal y Espacial.

En este caso, el índice de ajuste del modelo es adecuado, el valor del estadístico  $\chi^2$  es de 89, con 135 gl y una probabilidad asociada de ,11. El índice de ajuste muestral es 0,95, y el índice de ajuste poblacional es 0,96 ( $p > 0,05$ ).

Los errores de medida y las correlaciones múltiples, muestran que hay una amplia variedad en la relación que mantiene cada variable con el resto, oscilando desde el ,186 de Comprensión Verbal, hasta el ,623 de Monedas-2.

**Tabla 9.- Datos descriptivos de las calificaciones académicas**

ASIGNATURA	CALIFICACIONES											
	NP	%NP	SUS	%SUS	APR	%APR	NOT	%NOT	SOB	%SOB	NH	%MH.
METODOLOGIA	46	15	104	33	128	41	32	10	1	0,3	0	0
GENERALI	22	7	128	41	137	44	19	6	5	1	0	0
HISTORIA	75	24	101	32	81	26	41	13	12	4	1	0,3
ESTADISTICA	131	42	86	27	67	21	18	6	8	2,6	1	0,3
BIOLOGIA	101	32	140	45	46	15	18	6	6	2	0	0

Nota: N.P.= No presentado. SUS= Suspenso. APR= Aprobado. NOT= Notable. SOB= SAobresaliente. M.H.= Matrícula de Honor

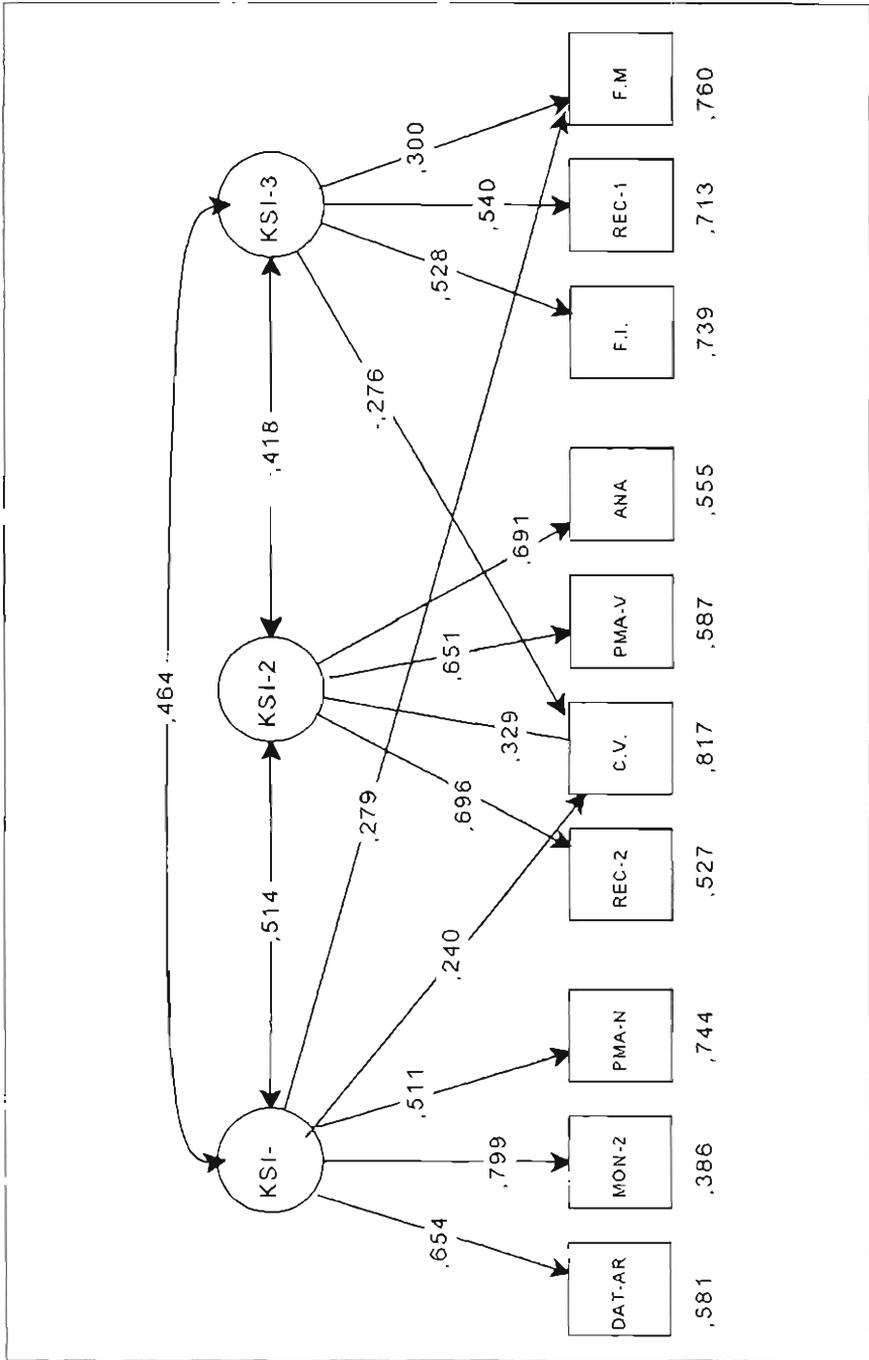


Figura 1.- Modelo "Lisrel" resultante de las puntuaciones en las pruebas psicométricas

## 2. RENDIMIENTO ACADÉMICO

### 2.1. Resultados descriptivos

El rendimiento académico, se operativizó asignando el valor de 0 a la calificación de NO PRESENTADO, el valor de 1 a la calificación de SUSPENSO, el valor de 2 a la calificación de APROBADO, el valor de 3 a la calificación de NOTABLE, el valor de 4 a la calificación de SOBRESALIENTE, y el valor de 5 a la calificación de MATRICULA DE HONOR. Los resultados obtenidos figuran en la Tabla 9.

### 2.2. Correlaciones

Las correlaciones entre las variables de rendimiento aparecen en la tabla 10. En primer lugar, puede verse que las correlaciones entre estas variables son más elevadas que las que mantienen los tests, y, en segundo lugar, puede verse que son bastante homogéneas.

**Tabla 10.- Correlaciones entre las calificaciones académicas**

	HISTORIA	ESTADÍSTICA	BIOLOGIA	GENERAL
METODOLOGIA.	,51**	,37**	,47**	,54**
HISTORIA		,44**	,57**	,51**
ESTADÍSTICA			,36**	,40**
BIOLOGIA				,49**

## 3. RELACIONES ENTRE TESTS Y RENDIMIENTO

### 3.1. Correlaciones

Las relaciones entre los tests y las notas aparecen en la tabla 11. En este análisis hemos introducido dos variables adicionales que pudieran ser relevantes. Una es el promedio de puntuaciones centiles de todos los tests, es decir, algo parecido a una medida de rendimiento aptitudinal general, y la segunda el número de asignaturas aprobadas, siendo esta una posible medida del rendimiento académico general.

Una visión general de las correlaciones nos muestra que los valores son bajos en su mayor parte. Esto puede ser debido a la homogeneidad que aparece en la distribución de las puntuaciones, donde la mayor parte de los

valores se sitúan en suspenso y aprobado. No obstante, esto no es obstáculo para poder hacer una serie de valoraciones interesantes.

**Tabla 11.- Correlaciones ente variables psicométricas y variables de rendimiento**

	MEDIA	DAT-AR	MON-2	PMA-N	F.I.	F.M.	REC-1	C.V.	ANA.	REC-2	PMA-V
APR	.20*	.14	.25**	.02	.07	.01	-.04	.14	.31**	.04	.14
MET	.20**	.19**	.15**	.15**	.04	.07	.03	.13*	.12*	.18**	.04
HIS	.18**	.03	.10	.07	.08	.06	.08	.17**	.22**	.18**	.13*
EST	.26**	.19**	.28**	.08	.04	.01	.03	.26**	.23**	.14*	.15*
BIO	.19**	.09	.15*	.16*	.11	.03	.01	.17**	.12*	.14*	.11
GEN	.25**	.20**	.21**	.17	.03	.08	.03	.22**	.22**	.14*	.10

En primer lugar, tenemos que *las correlaciones entre los tests visoespaciales y las notas, no son significativas de forma sistemática*, lo cual podría indicar que las capacidades visoespaciales no resultan relevantes en un contexto instruccional como este.

En segundo lugar, las correlaciones entre *las pruebas de carácter verbal y el rendimiento son significativas de modo sistemático*, (con excepción del PMA-V). La exclusión parcial de la escala V del PMA, nos permitiría sostener una inadecuación de la misma en este contexto, quizás relacionada con su simplicidad. (efecto techo).

En tercer lugar, en relación a los tests de capacidad numérica y de razonamiento abstracto, encontramos una relación menos sistemática que en los anteriores. Así, por ejemplo, *la escala N del PMA, muestra unas correlaciones bajas con las notas*, (nuevamente, podemos hacer referencia a su simplicidad en este contexto). Por su parte, el test de Monedas-2, muestra unas correlaciones algo más sistemáticas, siendo especialmente alta la correlación con Estadística (.28, unas de las más elevadas). Finalmente el test de razonamiento abstracto, muestra unas correlaciones significativas con General, Estadística y Epistemología.

Y, por último, al estudiar las correlaciones entre las variables construidas y las diversas puntuaciones, en lo que hace referencia al promedio de puntuaciones centiles en los test, vemos que hay una correlación significativa con todas las asignaturas, siendo especialmente relevantes en estadística y general.

En lo que hace referencia a la variable “nº de aprobados” tenemos que las correlaciones con los tests solamente son significativas en el caso del *test de Monedas-2* y el *test de Analogías Verbales*. Esto nos podría llevar a afirmar que estas pruebas *constituirían unos predictores relativamente adecuados*.

### 3.2. Resultados generales

#### 3.2.1. Diferencias factoriales

Una cuestión importante en el estudio de las relaciones entre tests y rendimiento es la siguiente: *¿Se diferencian los alumnos de alto y de bajo rendimiento?* Para responder esta pregunta realizamos un análisis de varianza calculando la relación entre el rendimiento obtenido por los alumnos (Factor de rendimiento con dos niveles alto y bajo, los alumnos que obtuvieron una calificación de aprobado o superior, y los alumnos que obtuvieron una calificación de suspenso) y las puntuaciones factoriales derivadas de los tres factores anteriormente extraídos<sup>1</sup>. Los resultados aparecen en la Tabla 12.

Pues bien, los resultados nos indican lo siguiente:

1. Cuando comparamos las puntuaciones en estadística con las puntuaciones en los tres factores, encontramos que son significativas para el factor numérico-abstracto, y el factor verbal ( $p. < .01$ ), pero no en el factor visoespacial ( $p. > .01$ ).

2. Cuando comparamos las puntuaciones en epistemología en los tres factores, obtenemos el mismo patrón que en el caso anterior (no obstante, el nivel de significación es distinto,  $p. < .05$ ).

3. En el caso de las asignaturas psicología general y biología, aparece el mismo patrón que en el caso de estadística.

4. En lo que hace referencia a la asignatura historia, el patrón cambia, ya que solamente hay una interacción significativa con el factor verbal.

5. Y por último, en la variable nº de aprobados tenemos que, nuevamente los factores numérico abstracto y verbal son los que interaccionan.

---

<sup>1</sup> El cálculo de las puntuaciones factoriales, se realizó multiplicando las puntuaciones centiles de los sujetos en los tests por las saturaciones factoriales de estos en cada factor.

Tabla 12.- Resultados del ANOVA (Factor Rendimiento x Puntuaciones factoriales)

FACTOR	ASIGNATURA	MEDIA GRUPO ALTO	MEDIA GRUPO BAJO	F	p
NUMABS	ESTADISTICA	137,22	123,31	8,56	<,01
VERBAL	ESTADISTICA	134,62	119,47	12,23	<,01
FIGURAL	ESTADISTICA	70,48	70,83	0,01	>,05
NUMABS	METODOLOGIA	130,12	118,65	7,76	<,01
VERBAL	METODOLOGIA	127,50	119,50	4,18	<,05
FIGURAL	METODOLOGIA	69,82	66,23	2,26	>,05
NUMABS	HISTORIA	127,60	123,90	,66	>,05
VERBAL	HISTORIA	131,45	117,36	12,80	<,01
FIGURAL	HISTORIA	69,59	67,59	,85	>,05
NUMABS	GENERAL	132,82	118,31	13,75	<,01
VERBAL	GENERAL	130,38	117,74	12,38	<,01
FIGURAL	GENERAL	69,99	67,73	,95	>,05
NUMABS	BIOLOGIA	133,17	122,01	5,20	<,05
VERBAL	BIOLOGIA	133,98	123,13	6,99	<,01
FIGURAL	BIOLOGIA	69,58	71,17	,75	>,05

### 3.2.2. Análisis Discriminante

El objetivo de este análisis es averiguar en qué medida las puntuaciones en una serie de variables permiten discriminar personas con rendimiento adecuado o no.

En concreto, analizamos las posibles diferencias existentes entre las personas que aprobaban y las que suspendían las diversas asignaturas, así como aquellas que tenían un número alto o bajo de asignaturas aprobadas. Los resultados aparecen en la tabla 13.

En este apartado, queremos hacer una reflexión sobre la aplicación del análisis discriminante a una serie de variables independientes que, como hemos visto, se encuentran relacionadas. Esta consideración lleva a la introducción de pocas variables independientes en las diversas ecuaciones, aunque como puede verse los grupos suelen diferir en múltiples variables.

En primer lugar, con respecto a la asignatura General, es importante, resaltar que los coeficientes de la ecuación son puntuaciones estándar, y esto nos permite afirmar que ambas variables tienen un peso similar en la ecuación. También es interesante ver que ambas variables pertenecen a dos factores distintos, a saber, numérico-abstracto y verbal. La correlación canónica es

de .23. Como puede verse esta correlación es baja, aunque significativa. No obstante, y como veremos a continuación, esto no es motivo para que no sea útil. Por último, los resultados de la tabla de clasificación informan que es posible predecir la pertenencia a un grupo en un porcentaje del 57,4%. No obstante, este porcentaje no es simétrico en los dos grupos, ya que en el grupo de alto rendimiento la capacidad discriminadora de la función es mayor. Consecuentemente, parece ser que *una mayor capacidad psicométrica esta relacionada con un buen rendimiento de forma mas elevada que una baja capacidad psicométrica lo está con un bajo rendimiento.*

**Tabla 13.- Ecuaciones discriminantes, correlaciones canónicas y resultados de las clasificaciones realizadas utilizando estas ecuaciones**

ASIGNATURA	ECUACION DISCRIMINANTE	CORRELACION CANONICA	CLASIFICACIONES			
			% ACIERTOS ALTOS	% ACIERTOS BAJOS	% ERRORES ALTOS	% ERRORES BAJOS
GENERAL	$0,61 \times \text{MON-2} + 0,66 \times \text{ANALOGIAS}$	.23	57,1	59,3	42,9	50,7
ESTADISTICA	$0,49 \times \text{MON-2} + 0,77 \times \text{COMPRESION}$	.30	59,6	54,7	50,4	55,3
BIOLOGIA	$1,00 \times \text{NUMERICO}$	.15	57,1	59,3	42,9	40,7
HISTORIA	$1,00 \times \text{ANALOGIAS}$	.23	62,2	55,4	37,8	44,6
METODOLOGIA	$1,00 \times \text{RAZONAMIENTO ABSTRACTO}$	.17	65,8	50	34,2	50

En segundo lugar, por lo que se refiere a la asignatura de Historia de la Psicología, la ecuación discriminante solamente contempla la puntuación en el test de analogías. Este resultado puede parecer sorprendente, ya solamente aparece una variable en la ecuación. No obstante, una posible explicación a esto lo tenemos en el ANOVA de puntuaciones factoriales x rendimiento, descrito anteriormente, donde el único factor que interactuaba con las notas en historia, era precisamente el verbal. Por último, en lo que hace referencia a las clasificaciones, aparece el mismo patrón que en el caso anterior, tanto en el porcentaje de casos agrupados correctamente, como en las diferencias de clasificación entre el grupo de alto y bajo rendimiento.

En tercer lugar, por lo que se refiere a la asignatura Psicoestadística I, la ecuación discriminante indica que la variable comprensión verbal tiene una

importancia bastante superior a la variable monedas-2 que, en principio, tendría que estar más relacionada con la materia en cuestión. Para finalizar, por lo que refiere a las clasificaciones se sigue manteniendo el mismo patrón, aunque los porcentajes de clasificaciones correctas aumentan, debido probablemente al incremento del valor de la correlación canónica.

En cuarto lugar, en lo que hace referencia a la asignatura Epistemología los resultados derivados de la ecuación discriminante son de difícil interpretación. Por su parte, la correlación canónica es muy baja siendo su valor 0,17. Sin embargo, los resultados en las clasificaciones mantienen las pautas de los casos anteriores; hay una sustancial diferencia entre las clasificaciones de los grupos de alto y bajo rendimiento.

En quinto lugar, por lo que se refiere a la asignatura Fundamentos Biológicos, el hecho de que la ecuación discriminante solamente contemple la puntuación en el test numérico resulta extraño. No obstante, este resultado sorprendente puede ser explicado en buena medida por el escaso número de aprobados de la asignatura (33,3%). Y por último, los índices de predicción discriminante se invierten con respecto al patrón seguido en las otras asignaturas. Es decir, *las discriminaciones serán algo mejores para el grupo de bajo rendimiento.*

Por último, cuando se analiza las diferencias en el nº de asignaturas aprobadas, vemos que la función discriminante esta formada por la variable test de analogías. Lo cual puede ser un indicio de la capacidad que poseen las analogías como indicadores de habilidades básicas. En cuanto a la correlación canónica es de 0,18. Y en lo que hace referencia a las clasificaciones, nuevamente aparecen las mismas pautas.

### 3.3. Resultados confirmatorios

Como punto final de los análisis hemos realizado un modelo de ecuaciones estructurales confirmatorias, relacionando las puntuaciones de los test y el rendimientos académico, introduciendo una serie de factores o variables latentes. El modelo obtenido aparece en la figura 2, y en las tablas 14 a la 22.

Antes de exponer los resultados obtenidos queremos hacer una serie de consideraciones sobre la construcción del modelo. La primera es que pese al mantenimiento de los tres factores inicialmente obtenidos y que correspon-

dían a los diversos contenidos de las pruebas psicométricas, sería razonable postular la posibilidad de que, a la luz de las correlaciones obtenidas entre las notas y los test, solamente apareciesen dos factores, uno formado por los tests que si correlacionan con los tests y otro con el resto. Pues bien, *siguiendo esta idea no hemos logrado construir ningún modelo que superase el ,05 de ajuste.*

**Tabla 14.- Lambda ( $\lambda$ ,  $\epsilon$ ): Relaciones entre las variables exógenas independientes ( $\lambda$ ) y las variables endógenas independientes ( $\epsilon$ )**

VARIABLES	KSI 1	KSI 2	KSI 3
DAT-AR	,000	,593	,000
MON-2	-,276	,964	,000
PMA-N	,000	,439	,101
REC-2	,632	,000	,166
C.V.	,303	,260	-,246
PMA-V	,555	,163	,000
ANA.	,678	,000	,000
F.I.	-,130	,000	,594
REC-1	,000	,000	,507
F.M.	,000	,188	,382

**Tabla 15.- Lambda ( $\lambda$ ,  $\mu$ ): Relaciones entre las variables exógenas dependientes ( $\lambda$ ) y las variables endógenas dependientes ( $\mu$ )**

ASIGNATURA	ETA I
BIOLOGÍA	,690
ESTADÍSTICA	,598
GENERAL	,732
HISTORIA	,755
METODOLOGÍA	,704

Tabla 16.- Matriz de correlaciones entre ETA y KSI

	ETA 1	KSI 1	KSI 2	KSI 3
ETA 1		,234	,346	,046
KSI 1			,527	,366
KSI 2				,507

La segunda hace referencia a las puntuaciones que aparecen en los resultados. En este punto todos los valores que aparecen corresponden a puntuaciones típicas, salvo las correlaciones entre las *KSI* y *ETA*.

Tabla 17.- Coeficientes estandarizados de regresión de KSI sobre ETA

	KSI 1	KSI 2	KSI 3
ETA 1	,098	,390	-,188

Tabla 18.- ThetaDelta ( $\delta$ ): Errores de estimación de las variables independientes exógenas

DAT-AR	MON-2	PMA-N	REC-2	C,VER	PMA-V	ANA,	F,I,	REC-2	F,M,
,581	,386	,744	,527	,817	,587	,555	,739	,713	,760

La tercera hace referencia al método de cálculo utilizado en el análisis que ha sido el de *minimos cuadrados generales* (GLS).

Los resultados obtenidos muestran la condensación de tres factores resultantes de las puntuaciones en los tests, que correlacionan de forma moderada entre si. Las diferencias, con relación al modelo LISREL previo, más notables estriban en el aumento del peso verbal de factor KSI-2, y la aparición de pesos negativos. Otra cuestión relevante es la aparición de un factor de rendimiento resultante de las notas académicas. Además, hay otra serie de resultados que merecen un comentario.

**Tabla 19.- ThetaEpsilon ( $\epsilon$ ): Errores de estimación de las variables dependientes exógenas**

BIOLOGIA	ESTADISTICA	GENERAL	HISTORIA	METODOLOGIA
.046	.052	.044	.041	.048

**Tabla 20.- Correlaciones múltiples al cuadrado de cada una de las variables independientes exógenas (x), con el resto**

DAT-AR	MON-2	PMA-N	REC-2	C.VER	PMA-V	ANA.	F.I.	REC-2	F.M.
.424	.623	.260	.479	.186	.419	.463	.274	.290	.244

En primer lugar, en lo que hace referencia a la formación de los tres factores KSI, puede verse que es bastante menos clara que la de la formación de los mismos factores KSI en el modelo LISREL anteriormente expuesto. Esto puede ser debido a la introducción de una serie de variables altamente correlacionadas entre si, y poco con el resto, como son el rendimiento académico. Aunque como puede verse, las relaciones que no corresponden con las anteriormente obtenidas son de un peso bajo, y generalmente negativo. No obstante, estas relaciones contribuyen significativamente al ajuste del modelo.

**Tabla 21.- Correlaciones múltiples al cuadrado de cada una de las variables dependientes exógenas (y), con el resto**

BIOLOGIA	ESTADISTICA	GENERAL	HISTORIA	METODOLOGIA
.517	.397	.566	.639	.526

En segundo lugar, en cuanto a las relaciones entre las variables KSI y ETA, hay dos cuestiones interesantes. La primera es que el peso del factor abstracto-numérico, es bastante mayor que el peso del factor verbal. Esto puede ser debido al aumento anteriormente citado del componente verbal del KSI-2, que conllevaría el aumento de la relación entre los dos factores y consiguientemente un menor peso de uno de ellos. Otro dato de interés es la relación negativa entre el KSI-3 y ETA-1.

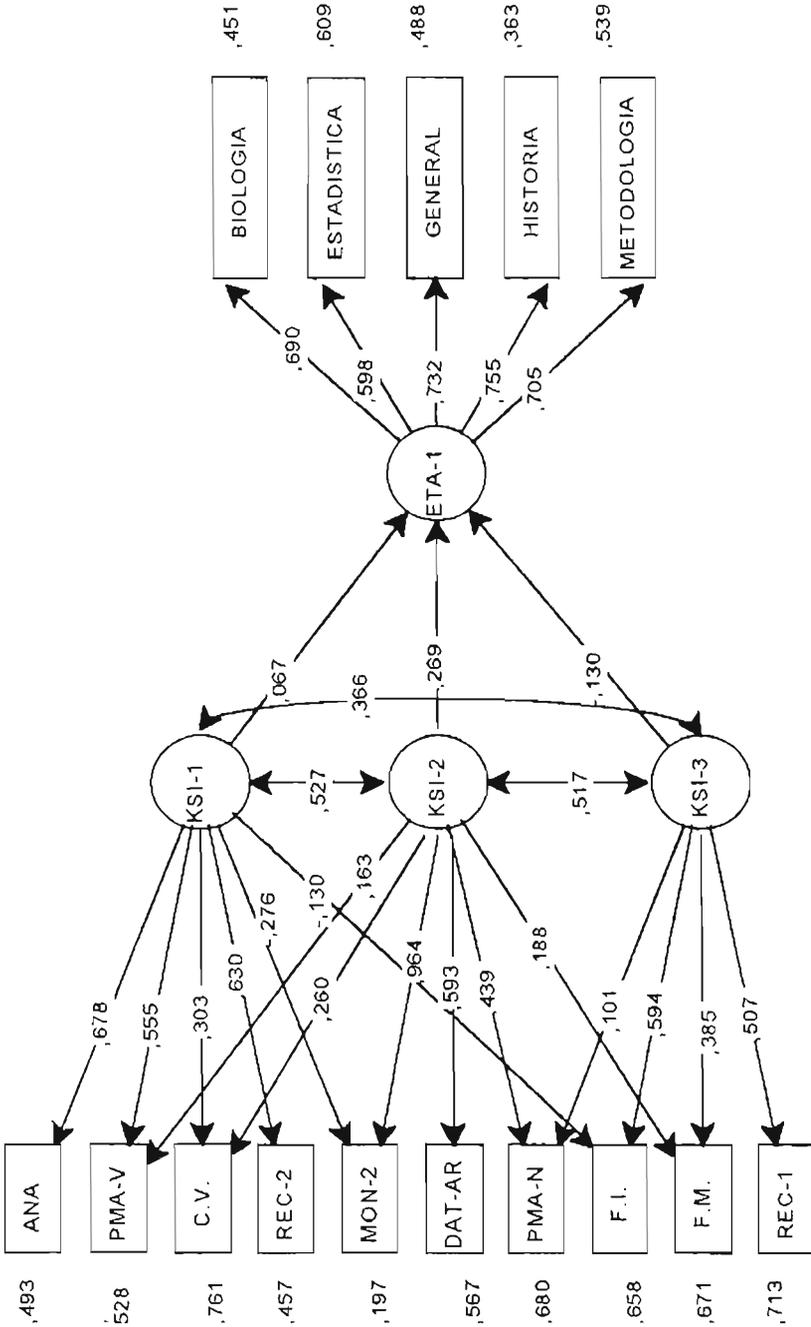


Figura 2.- Modelo "Lisrel" resultante de las relaciones entre pruebas psicométricas y de rendimiento académico

Por último, el factor de rendimiento académico ETA-1 esta conformado de manera uniforme con las distintas notas académicas.

#### 4. CONCLUSIONES

Nuestros resultados indican la presencia de una moderada, aunque significativa relación, entre las puntuaciones en los tests y el rendimiento académico. Es decir, *el rendimiento en los tests se relaciona con el rendimiento académico* (Snow y Yalow, 1982; Snow y Swanson, 1992; Snow, 1989).

A pesar de que las correlaciones entre el rendimiento en los tests y el rendimiento académico no son altas, conviene recordar el significado de una correlación cuando se pretende trazar *predicciones sobre un criterio*. Por ejemplo, una correlación de 0,3, permite establecer predicciones con un 60% de probabilidad de no equivocarse (Ozer, 1985.).

Como ha estudiado el grupo de R.B. Cattell, si bien es cierto que el rendimiento en tests intelectuales constituye el mejor predictor del rendimiento académico, también es cierto que las medidas de variables de personalidad como la "introversión" o la "inestabilidad emocional" añaden capacidad predictiva. Pero, también se sabe que las medidas de personalidad, por sí solas, no sirven para predecir rendimiento académico (Cattell y Kline, 1977).

Los factores condensados en los análisis preservan las relaciones mantenidas entre el rendimiento en los tests y el correspondiente rendimiento académico. Es decir, en nuestro trabajo los factores verbal y numérico-abstracto se han relacionado con el rendimiento académico, *pero no el factor espacial*.

Esto lleva a una consecuencia que invita a la reflexión: al estudiar muestras universitarias, y, por tanto, personas seleccionadas en buena medida (homogeneidad), es posible condensar un factor espacial, pero éste parece no tener relación con el rendimiento académico, que, en principio, supone usar las capacidades que quedan condensadas en cierto modo, en los resultados matemáticos.

Ahora bien, ¿en qué tipo de muestras universitarias? Si se analizan las demandas de las asignaturas de la licenciatura de Psicología, comprobaremos que tienen un carácter fundamentalmente verbal, con algunos componentes numéricos. ¿Es extraño entonces que el factor viso-espacial no sea relevante? No parece que este resultado sea disonante. Por tanto, ¿*test? sí, gracias. ¿Y factores? También. por favor.*

No obstante, el rendimiento en los tests no resulta igual de predictivo para todos los alumnos. En nuestros análisis hemos usado la técnica del análisis discriminante, cuyos resultados más sugerentes han indicado que *la predicción resulta más ajustada para los alumnos que tienen un alto rendimiento académico*. Dicho de otro modo, un buen rendimiento en tests de aptitud garantiza un rendimiento adecuado, en mayor medida que un bajo rendimiento en estos tests puede llevar a un fracaso académico. Luego, cabe suponer que intervengan otros factores en el logro académico medido a través de las calificaciones.

Por último, siguiendo otra línea de razonamiento, y como comentario final, nuestros resultados han mostrado que:

1. Las capacidades se encuentran relacionadas.
2. Las capacidades y el rendimiento se relacionan.
3. El rendimiento académico en las distintas asignaturas también se relaciona.

Por tanto, no parece insensato sostener que el rendimiento académico pudiera estar más relacionado con las características de la persona que aprueba que con condiciones satélites a las propias materias que aprueba (*el hombre es la medida de todas las cosas*). ¿Cuestiona ésto la tendencia cada vez más acentuada a tecnificar el proceso de enseñanza? Es decir, ¿mejoran de hecho las sofisticaciones que acompañan a la transmisión del mensaje instruccional, el rendimiento académico?

Donde queremos llegar con éstas reflexiones finales es a que la persona, en éste caso el alumno, tiene mucho que decir en el proceso instruccional. Y, consecuentemente, explica un gran porcentaje de varianza en las interacciones con el sistema educativo, no sólo en los niveles primarios de la enseñanza, sino también en los superiores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asher, H.B. (1983): *Causal modeling*. California: SAGE.
- Bennet, G.K.; Seashore, H.G. y Wesman, A.G. (1994): *DAT, test de aptitudes diferenciales*. TEA Ediciones.
- Bizquerra Alzina, R. (1989). *Introducción conceptual al análisis multivariable*, vols. I y II. Edit. PPU: Barcelona.
- Carroll, J.B. (1993): *Human Cognitive Abilities*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

- Cattell, R.B. (1990): *Advances in cattelian research* REF.
- Cattell, R.B. y Kline, P. (1977): *El análisis científico de la personalidad y la motivación*. Madrid: Pirámide, 1982.
- Colom, R.; Juan-Espinoso, M.; Palacios, A.; García, O. (1992): *Estudio de las aptitudes de estudiantes de Psicología*. Servicio de Psicología Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid.
- Eysenck H, y Eysenck, M. (1985): *Personalidad y diferencias individuales*. Madrid: Pirámide, 1987.
- García-Yagüe, J. AMD-77, *Aptitudes mentales diferenciadas*. TEA ediciones.
- Jöreskog, K.G. y Sörbom, (1989): *SPSS LISREL VII and PRELIS user's guide reference*. Chicago: SPSS.
- Kim, Jae-On y Mueller, Charles W. (1994): Factor analysis: statistical methods and practical issues. En Micahel S. Lewis-Beck (Ed.): *Factor analysis and related techniques*. Edit. SAGE: California.
- Kim, Jae-On y Mueller, Charles W. (1994): Introduction to factor analysis: what is it and how to do it. En Micahel S. Lewis-Beck (De.): *Factor analysis and related techniques*. Edit. SAGE: California.
- Kline, P. (1994): *An easy guide to factor analysis*. London: Routledge.
- Manziona, L. (1974): BFA, Bateria factorial de Aptitudes. MEPSA
- Martinez Arias, R. (1995): *Psicometría: teoría de los tests psicológicos y educativos*. Edit. SINTESIS: Madrid.
- Ozer, D.G. (1985): Correlations and the coefficient of dettermination. *Psychological Bulletin*, 97, 300-315.
- Palacios, A.; Colom, R.; Juan-Espinoso, M. y García, O. (1994): *Estudio de las aptitudes de los estudiantes de Psicología*. Servicio de Psicología Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid.
- Rosenthal, R. y Rubin, D.B. (1982): A sintel, general purpose display of magnitude of experimental effect. *Journal of educational psychology*, 74, 166-169.
- Seisdedos, N, (1994): *Monedas*. TEA ediciones.
- Snow, R. Y Swanson, J. (1992): Instructional psychology: apttude, adaptation and assessment. *Annual Review of Psychogy*, 43, 583-626.
- Snow, R. (1989): Aptitude treatment interaction as a framework for research on individual differences in learning. En P. Ackerman, R.J. Sternberg y R. Glaser (Eds): *Learning and Individual Differences: advances in theory and research*. New York: Freeman.
- Snow, R. y Yalow, E. (1982): Educación e inteligencia. En R.J. Sternberg (Ed.): *Inteligencia humana*, vol.III. Barcelona, Paidós, 1987.
- Thurstone, L.L.: (1994): *PMA, aptitudes mentales primarias*. TEA ediciones.
- Yela, M. (1994): *RF, ROTACION FIGURAS MACIZAS*. TEA ediciones.