

Inteligencia y Pensamiento Científico-Creativo: su convergencia en la explicación del rendimiento académico de los alumnos

María José Ruiz, Rosario Bermejo, Mercedes Ferrando, Prieto, M.D. y Marta Sáinz

Departamento de Psicología de la Educación, Universidad de Murcia

España

Correspondencia: Mercedes Ferrando. Facultad de Educación. Campus de Espinardo. Universidad de Murcia. 30100 – Murcia. (Spain)E-mail: mferran@um.es

© Education & Psychology I+D+i and Editorial EOS (Spain) and Ilustre Colegio Oficial de Psicología de Andalucía Oriental (Spain)

Resumen

Introducción. El rendimiento académico suele ser explicado en gran parte por la inteligencia de los alumnos, aunque otros factores, como la personalidad y la motivación, también contribuyen a su explicación. En la adolescencia otros factores asociados a un pensamiento más complejo comienzan a tomar importancia. Estas formas de pensamiento se corresponden con el pensamiento científico, el crítico, el creativo. Este artículo analiza la convergencia de variables psicológicas de índole cognitiva en la explicación del rendimiento académico de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

Método. Se han tomado alumnos de 2º y 4º curso de un centro educativo de la Región de Murcia, España (n=98) y se ha aplicado un test de inteligencia (IGF/5r) y un test de pensamiento científico-creativo (TPCC), también se recogieron las calificaciones facilitadas por los profesores para todas las áreas académicas. Se agruparon las disciplinas y el rendimiento en tres áreas: Científico-Matemática, Lingüístico-Social y Artística.

Resultados. Los resultados del análisis de regresión muestran una contribución complementaria del TPCC en la predicción del rendimiento académico de los alumnos en las tres áreas curriculares, siendo la predicción más importante en el área Artística. En las áreas Científico-Matemática y Lingüística-Social, es más decisivo el test de inteligencia, en particular el razonamiento numérico. Estos análisis se repitieron dividiendo a la muestra según el curso académico.

Discusión y conclusiones. Los resultados encontrados en dichos análisis sugieren que avanzando en la escolaridad otras variables cognitivas, pero diferentes de la inteligencia psicométrica más clásica, acaban siendo importantes en la explicación del rendimiento académico de los alumnos, destacándose finalmente algunas implicaciones psico-educativas importantes.

Palabras Clave: Inteligencia, Creatividad, Pensamiento científico-creativo, Rendimiento académico, Adolescencia.

Recibido: 05/03/14

Aceptación inicial: 11/04/14

Aceptación final: 12/06/14

Intelligence and creative-scientific thinking: their convergence in explaining students' academic performance

Abstract

Introduction. Academic performance usually is greatly explained by students' intelligence, although other factors such as personality and motivation also account for it. During adolescence factors associated to a more complex though also being to take importance in the prediction of academic performance. Among those kind of thinking are the critical thinking, the scientific thinking and the creative thinking. This paper analyses the convergence of cognitive psychological variables when accounting for academic achievement in the Compulsory Secondary Education.

Method. A sample of students (n=98) attending 2nd and 4th year of secondary education in Murcia Region participated in this study. Participants took an intelligence test (IGF/5r) and a test of Scientific-Creative thinking (TPCC), in addition students' achievement in all curricular areas were collected from teachers. In order to analyse the data curricular disciplines were grouped into three main areas: scientific-mathematical, Linguistic-social and artistic areas.

Results. The regression analyses show a significant complementary contribution of Scientific-creative abilities in the prediction of academic achievement in the three curricular areas, being a better predictor for the artistic area. In scientific-mathematical and linguistic-social areas is more determinant the prediction of IQ –especially numerical reasoning- over the scientific-creative abilities. This analysis was conducted dividing the sample depending on students' academic year.

Discussion and Conclusion. When comparing the results between the two group of students, we found that as students advance in their school's years, other cognitive variables besides psychometric intelligence start acquiring relevance in the account of students' academic achievement. Some important socio-educational implications are drawn from these results.

Keywords: Intelligence, Creativity, Scientific-creativity thinking, performance, adolescence

Received: 03/05/14;

Initial acceptance: 04/11/14

Final acceptance: 06/12/14

Introducción

Si en la infancia sólo la inteligencia parece ser suficiente para explicar satisfactoriamente el rendimiento escolar de los alumnos, a partir de la adolescencia otras variables no cognitivas son asumidas como igualmente relevantes en esa explicación (Bratko, Chamorro-Premuzic, & Saks, 2006; Conard, 2006; Farsides & Woodfield, 2003; Furnham & Chamorro-Premuzic, 2004; Gilles & Bailleux, 2001; Kappe & van der Flier, 2012; Nofle & Robins, 2007; O'Conner & Paunonen, 2007; Poropat, 2009). Según estos autores, las dimensiones de motivación y de personalidad adquieren relevancia explicativa del rendimiento escolar a medida que se avanza en edad y en los niveles escolares, siendo igualmente interesante no confinar las habilidades cognitivas al pensamiento lógico o convergente. A partir del final de la adolescencia, las formas más complejas de pensamiento, como el pensamiento científico, el pensamiento creativo o el pensamiento crítico, surgen tan valoradas como la inteligencia analítica, de cariz abstracto y más asociada con los tests clásicos de inteligencia (Ackerman, 1996; Beauducel, Brocke, & Liepmann, 2001; Bermejo, Ruiz, Ferrándiz, García-Esteban, & Sáinz, 2013 en prensa; Ruiz, 2013; Sternberg, 1997). Dada la incidencia de este artículo en el impacto del pensamiento científico-creativo y de la inteligencia en el rendimiento escolar, es importante describir el concepto de inteligencia y de pensamiento científico-creativo, y en particular este último por ser más reciente su estudio.

La *inteligencia* se define como la habilidad cognitiva que permite a cada individuo pensar, aprender con las situaciones y resolver con mayor o menor agilidad los nuevos problemas de la vida cotidiana (Jensen, 1998; Primi, Ferrão, & Almeida, 2010; Sternberg, 1997). En términos escolares, esta habilidad se refleja en la cantidad y calidad de los aprendizajes que los alumnos realizan, siendo tradicional la investigación desde la psicología, de la relación entre inteligencia y rendimiento académico. Esta investigación, con más de un siglo de existencia, ha afirmado hasta hoy día que la inteligencia es un predictor sólido y universal del rendimiento académico de los alumnos (Chamorro-Premuzic & Furnham, 2005; Colom & Flores-Mendoza, 2007; Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2007; Laidra, Pillmann, & Allik, 2007; Primi et al., 2010; Rosander, Bäckström, & Stenberg, 2011; Taub, Keith, Floyd, & McGrew, 2008).

Por otra parte, el *pensamiento científico* se puede genéricamente definir como un conjunto de procesos cognitivos y de habilidades que se utilizan para resolver problemas de con-

tenido científico, pudiéndose también tipificar como los procesos cognitivos que el investigador utiliza cuando realiza su investigación o actividades típicamente científicas (Dunbar & Fugelsang, 2005; Paul & Elder, 2003). Entre estas funciones cognitivas podemos hablar de la inducción y deducción, análisis y síntesis, resolución de problemas, razonamiento causal o razonamiento silogístico, confrontación e implicaciones, así como la fluidez y flexibilidad de ideas o la novedad y originalidad más directamente asociadas con la creatividad. Dos momentos tienden a ser valorados en el pensamiento científico: el planteamiento de hipótesis y la experimentación, que se realiza con el objetivo de confirmar o rechazar la hipótesis planteada (Klahr & Dunbar, 1988), siendo cierto que en estos dos momentos se torna relevante la creatividad el estudio de la inteligencia (Ferrando, Prieto, Ferrándiz & Sánchez, 2005; Ferrando, Bermejo, Sainz, Ferrándiz, Prieto, & Soto, 2012; Prieto, Ferrando, Hernández, & Sainz, 2011a; 2011b).

No existe demasiada investigación conocida que relacione el pensamiento científico-creativo con el rendimiento académico. Pero, tal relación nos parece obvia si aceptamos los datos clásicos que afirman que el entrenamiento en pensamiento científico favorece el desarrollo cognitivo y el desempeño de los alumnos en ciencias y matemáticas (Bredderman, 1983; Harlen, 1999; Ostlund, 1998; Tipps, 1982). Estos efectos positivos han llevado a los investigadores a diseñar instrumentos de evaluación del pensamiento científico-creativo, asumiendo la creatividad como uno de los componentes principales del pensamiento científico, al menos importante en la fase en la que se plantean las hipótesis que explicarían los fenómenos.

Respecto del diseño de instrumentos de evaluación del pensamiento científico-creativo es importante considerar el peso o relevancia atribuida a los procesos de la creatividad (fluidez, flexibilidad y originalidad) y a los contenidos científicos. En algunos tests el contenido se puede considerar como una parte determinante del desempeño, por lo que la puntuación de los alumnos en la prueba estaría determinada por su *background* académico en el área de las ciencias, o en función del contenido científico de cada tarea del test. En otros tests, el conocimiento científico del alumno no es tan imprescindible para la realización del test y, en ese caso, las habilidades creativas pueden ser más determinantes en el resultado. A modo de ejemplo, el *Test de Procesos Integrados en la Ciencia (Test of Integrated Science Processes, TISP; Tobin & Capie, 1982)*, teniendo como objetivo evaluar el rendimiento de los estudiantes para planificar y llevar a cabo una investigación dentro del área de las ciencias, requiere un buen nivel de conocimientos en este área. A su vez, el *Test de Pensamiento Científico-*

Creativo (Hu & Adey, 2002) no es tan dependiente del conocimiento científico y sí de los procesos creativos. Esta prueba ha sido validada para Turquía, y se han obtenido buenos índices de fiabilidad (Pekmez, Aktamis, & Taskin, 2009). Otra de las pruebas diseñadas para la evaluación del pensamiento científico-creativo es el *Test de Habilidad de la Creatividad Científica* (C-SAT; Sak & Ayas, 2011). Esta prueba evalúa las habilidades de carácter científico como son el planteamiento de hipótesis, la comprobación de hipótesis y la evaluación de la evidencia, siendo relevante en esta producción, los procesos cognitivos de fluidez, flexibilidad y originalidad, clásicos en la definición de creatividad.

Objetivos

Con este artículo de carácter exploratorio se pretende evaluar la contribución de las habilidades intelectuales y del pensamiento científico-creativo a la explicación del rendimiento académico de un grupo de alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. Siendo más frecuentes los estudios sobre la relación entre inteligencia y rendimiento académico, en este artículo pretendemos verificar si el pensamiento científico-creativo tiene una contribución específica en la explicación de la varianza del rendimiento académico.

Método

Participantes

Este estudio se realiza con una muestra incidental constituida por 98 alumnos (55% varones) de un Instituto de Educación Secundaria de la Región de Murcia. En el estudio se recogieron los datos para los alumnos pertenecientes a 2º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), todos ellos con edades comprendidas entre los 12 y los 16 años ($M = 14.6$, $DT = 1.42$). También cabe destacar que entre los participantes había alumnos con algunas dificultades cognitivas pertenecientes a diversificación curricular, así como otros identificados como de altas habilidades.

Instrumentos

En el presente estudio se utilizaron dos instrumentos de evaluación. Por un lado, el *Test de Pensamiento Científico-Creativo* de Hu y Adey (2002). Esta prueba se compone de 7 tareas: Tarea 1 (Cristal) - Escribe una lista con todos los usos científicos diferentes que le darías a un trozo de cristal; Tarea 2 (Espacio) - Si pudieras viajar al espacio en una nave espacial e ir a otro planeta, ¿qué preguntas de carácter científico te gustaría investigar?; Tarea 3 (Bici-

cleta) - ¿Cómo podríamos mejorar una bicicleta corriente para hacerla más interesante, útil y bonita?; Tarea 4 (Gravedad) - Describe qué pasaría en el mundo si no hubiera gravedad; Tarea 5 (Cuadrado) - ¿De cuántas formas distintas podrías dividir un cuadrado en cuatro partes iguales?; Tarea 6 (Servilletas)- Suponiendo que tienes dos clases de servilletas, ¿cómo puedes comprobar mediante distintos experimentos, cuál es la mejor?; y Tarea 7 (Manzanas) - Ahora, tienes que diseñar una máquina recogedora de manzanas (a. Haz un dibujo de esta máquina, b. Ponle un nombre, c. Escribe las partes de la máquina que has diseñado. Para terminar, escribe la función que tiene cada una de las partes de la máquina). Estas siete tareas se evalúan tres dimensiones de la creatividad: fluidez, flexibilidad y originalidad, a excepción de la última tarea, en la que solo se considera la fluidez (número de funciones de la máquina) y la originalidad. Con esta prueba se han realizado varios estudios, entre ellos está el de los propios autores, en el que se destaca que la prueba global obtiene un índice de fiabilidad satisfactorio ($\alpha = .89$), así como un acuerdo inter-jueces adecuado (entre .79 y .91). También cabe destacar que a través del análisis factorial se obtuvo un único factor que explicaba un 63% de la varianza. Este mismo dato se confirmó en el estudio de adaptación y validación del TPCC para España (Ruiz, Bermejo, Prieto, Ferrándiz, & Almeida, 2013), excluyendo la tarea “Cuadrado” que presentaba varias dificultades de convergencia con las demás (esta tarea tenderá a evaluar más el pensamiento convergente que el divergente en función de la instrucción dada al sujeto y del tipo de tarea a realizar). En este estudio tomaremos este factor general y las puntuaciones en las dimensiones creativas de fluidez, flexibilidad y originalidad. Se ha de destacar que esta prueba está dirigida a alumnos de entre 12 y 16 años, con un tiempo de aplicación de aproximadamente 60 minutos.

Para evaluar la inteligencia hemos utilizado la *Prueba de Inteligencia General y Factorial* nivel 5 renovado (IGF/5r) de Yuste (2002). Se trata de una prueba que evalúa la inteligencia como un factor general considerando seis subtests (analogías verbales, series numéricas, matrices lógicas, completar oraciones, problemas numéricos y encajar figuras). El conjunto de los seis subtests se agrupan según contenidos verbales (analogías verbales y completar oraciones), numéricos (series numéricas y problemas de cálculo) y figurativo-espaciales (matrices lógicas y encajar figuras), permitiendo obtener tres puntuaciones generales: Razonamiento Verbal, Razonamiento Numérico y Razonamiento Espacial. En este trabajo utilizaremos las puntuaciones en los tres razonamientos, siendo sus índices de fiabilidad: razonamiento verbal ($\alpha = .879$), razonamiento numérico ($\alpha = .882$) y razonamiento espacial ($\alpha = .875$).

También se consideró en este estudio el rendimiento académico de los alumnos. En este sentido, el director del centro nos proporcionó las calificaciones finales de los alumnos en las diferentes asignaturas. El rendimiento fue agrupado en tres áreas curriculares, calculándose la media de las asignaturas que las conformaban: *Científico-Matemática*, en la que se consideraron las calificaciones de los alumnos en ciencias naturales y matemáticas (para los alumnos de 2º de Educación Secundaria Obligatoria) y biología y matemáticas (para los alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria); *Lingüístico-Social*, en la que se incluyeron las calificaciones de los alumnos en lengua castellana, inglés y ciencias sociales (para ambos cursos); y *Artística*, en la que se tuvieron en cuenta las calificaciones en música y en educación física (para ambos cursos).

Procedimiento

Para la realización del presente estudio se solicitó permiso tanto al director del centro educativo como a los padres de los alumnos para la aplicación de las pruebas. A los alumnos se les informó del objetivo del estudio y se aseguró la confidencialidad de los datos recogidos. En un primer momento, se administraron el Test de Pensamiento Científico-Creativo (Hu & Adey, 2002) y el Test de Inteligencia General y Factorial nivel 5 renovado (IGF/5r; Yuste, 2002), por personas formadas para tal fin y según las instrucciones recomendadas por sus autores. El rendimiento académico de los participantes ha sido proporcionado por el director del centro de Educación Secundaria en el que se administraron las pruebas.

Análisis de datos

Se ha utilizado una metodología descriptiva, y se ha hecho uso de análisis correlacionales para investigar la asociación entre las distintas variables. Además se ha utilizado el análisis de regresión para estimar el poder explicativo de las dimensiones de inteligencia y creatividad científica sobre el rendimiento académico de los alumnos. Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el programa IBM SPSS V. 20 (IBM, 2011).

Resultados

En la tabla 1 se presentan los datos relativos a los estadísticos descriptivos de las puntuaciones en las dimensiones creativas y en la puntuación global (PensCientCreat) del Test de Pensamiento Científico-Creativo (TPCC; Hu & Adey, 2002), así como en las habilidades

cognitivas (razonamiento verbal, numérico y espacial) evaluadas a través del Test IGF/5r (Yuste, 2002). Además de las puntuaciones mínimas y máximas, se presentan la media y desviación típica, y también la asimetría y la curtosis de la distribución.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los datos en los tests TPCC y IGF/5r

Variabes	Min	Max	Media	DesvTip	Asimetría	Curtosis
Fluidez	.33	15.8	4.84	(2.92)	1.43	2.79
Flexibilidad	.40	11.0	3.70	(2.06)	1.28	2.15
Originalidad	.50	31.3	7.95	(5.71)	1.80	4.00
PensCientCreat	1.3	56.3	15.88	(10.21)	1.62	3.37
RazVerbal	.00	21.0	8.69	(4.70)	.520	-.075
RazNumérico	.00	23.0	9.93	(5.31)	.421	-.447
RazEspacial	1.0	23.0	10.52	(4.96)	.353	-.071

Analizando los resultados obtenidos en el TPCC se verifica que la media se aproxima más a un nivel bajo de realización; sin embargo, hay alumnos con puntuaciones muy altas o muy por encima de la media, lo que explica los valores elevados que se observan en la desviación típica, así como índices más elevados de asimetría y curtosis. Una distribución más gaussiana de los resultados se obtiene en los indicadores de razonamiento del Test IGF/5r. Como se puede verificar las medias en el Test IGF/5r tienden a situarse en torno a un valor intermedio de la distribución de los datos, los valores de desviación típica no son muy elevados y los índices de asimetría y curtosis son más adecuados. En la tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos del rendimiento académico de los alumnos en función del curso. Es importante destacar que se han agrupado las calificaciones de los alumnos en las diferentes asignaturas en tres áreas curriculares: *Científico-Matemática, Lingüístico-Social y Artística*.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del rendimiento por áreas de los alumnos en función del curso

	2º Curso				4º Curso			
	Min	Max	Med	DT	Min	Max	Med	DT
CiencMat	1.0	10.0	5.29	2.06	1.0	10.0	5.19	2.39
LingSoc	1.0	10.0	4.88	2.00	1.0	10.0	5.41	2.52
Artistic	1.0	10.0	7.53	1.30	1.5	10.0	7.75	2.10

La estructura de valores obtenida en rendimiento académico es muy similar para los alumnos de 2º y 4º curso de la ESO. Así, la media más elevada se observa en las asignaturas asociadas con el área *Artística*, seguida del área *Científico-Matemática*. La puntuación media más baja corresponde al área *Lingüístico-Social*. A su vez, la varianza de las calificaciones escolares es menor en el área *Artística*, habiendo más diferencias entre los alumnos, en las calificaciones de las áreas *Científico-Matemática* y *Lingüístico-Social*. En la tabla 3 se presentan los coeficientes de correlación entre las puntuaciones de la prueba de inteligencia y la prueba de creatividad científica, con las puntuaciones de rendimiento académico de los alumnos, en función del curso (2º y 4º curso).

Tabla 3. Correlaciones entre las dimensiones de la creatividad, la inteligencia y el rendimiento por áreas en función del curso

	2º Curso (n=51)			4º Curso (n=47)		
	CiencMat	LingSoc	Artistic	CiencMat	LingSoc	Artistic
Fluidez	.372**	.397**	.303*	.449**	.387**	.517***
Flexibilidad	.374**	.416**	.312*	.460**	.390**	.519***
Originalidad	.381**	.421**	.335*	.434**	.356*	.526***
PensCientCreat	.387***	.426**	.332*	.522***	.472**	.580***
RazVerbal	.323*	.329*	.144	.623***	.611***	.478**
RazNumerico	.547***	.453**	.283*	.728***	.765***	.586***
RazEspacial	.546***	.442**	.383**	.643***	.580***	.480**

Leyenda: *p<.05; **p<.01; ***p<.001 (2-tailed test)

Se observa que las variables de inteligencia correlacionan más con el rendimiento académico que las variables de pensamiento científico-creativo. Esta situación es más evidente en el caso de los alumnos de 4º curso, pues algunos coeficientes de correlación superan el .70. También se obtienen coeficientes de correlación moderados entre las medidas de creatividad científica y el rendimiento académico, siendo esta relación más expresiva en las disciplinas del área *Artística* para los alumnos de 4º curso. También en los alumnos de 2º curso y para el área *Artística*, las correlaciones son más elevadas en las medidas de creatividad que en las medidas de razonamiento, exceptuando el razonamiento espacial. Además el coeficiente

de correlación entre el razonamiento verbal y el rendimiento en el área *Artística* es muy bajo, situándose en .14. La medida global del pensamientocientífico-creativo presenta una correlación más elevada con el rendimiento académico de los alumnos, que con las tres dimensiones de la creatividad por separado, aproximándose el coeficiente a .50/.60 en los alumnos de 4º curso.

Es necesario añadir que las correlaciones entre las medidas cognitivas (inteligencia y pensamiento científico-creativo) y el rendimiento académico son más elevadas en 4º curso que en 2º. La única excepción se encuentra en las correlaciones entre las tres medidas de creatividad y el rendimiento académico en el área *Lingüístico-Social*. Por último, cabe destacar que resulta sorprendente que el razonamiento verbal no correlacione tanto con las tres medidas de rendimiento académico como el razonamiento numérico y el razonamiento espacial (en este caso, solamente en alumnos de 2º curso).

Con el objetivo de analizar si las medidas psicológicas consideradas convergen en la explicación del rendimiento académico de los alumnos se procedió a un análisis de regresión lineal (método de pasos sucesivos). Para este análisis se juntarán los alumnos de 2º y 4º curso en una única muestra, numéricamente más apropiada para el análisis de regresión. Para eso, habiendo diferencias en el currículo en función del curso (2º y 4º curso), se calcularán Notas Z para las puntuaciones en las tres áreas curriculares tomando las medias y la desviación típica dentro de cada curso separadamente. Un procedimiento similar se ha considerado para las medidas psicológicas de inteligencia y de pensamiento científico-creativo pues se verifican diferencias según la edad y el curso de los alumnos. En la Tabla 4 se presentan los datos más relevantes de este análisis. Se observa que el modelo resulta estadísticamente significativo para las tres variables dependientes correspondientes a las áreas curriculares consideradas: *Científico-Matemática* ($F(3,85)= 23.132$; $p<.001$); *Lingüístico-Social* ($F(3,85)= 15.489$; $p<.001$); y *Artística* ($F(2,86)= 14.433$; $p<.001$).

Tabla 4. Análisis de regresión mediante pasos sucesivos

Variables	R ²	R ² Adj	B	SE B	Beta	t	Prob
Variable dependiente: <i>Científico-Matemática</i>							
RazNumer	.364	.357	.331	.100	.358	3.321	.001
RazEspac	.415	.402	.249	.089	.267	2.510	.014
DimFlexibilid	.449	.430	.184	.080	.200	2.297	.024
Variable dependiente: <i>Lingüístico-Social</i>							
RazNumer	.249	.241	.255	.094	.285	2.703	.008
DimFlexibilid	.305	.288	.225	.083	.252	2.696	.008
RazVerbal	.363	.331	.224	.089	.251	2.514	.014
Variable dependiente: <i>Artística</i>							
PensCientCreat	.214	.205	.022	.086	.365	3.616	.001
RazNumer	.264	.247	.149	.062	.244	2.421	.018

Analizando los datos de síntesis del análisis de regresión se verifica que las pruebas TPCC y IGF/5r, y sus dimensiones, pueden explicar de forma estadísticamente significativa el rendimiento escolar de los alumnos en las tres grandes áreas que agrupan las diferentes disciplinas del currículo: *Científico-Matemática*, *Lingüístico-Social*, y *Artística*. Como se puede constatar, un mayor porcentaje de varianza es explicada en el área *Científico-Matemática* (un total de 43% de varianza explicada), siendo de 33% y de 25% respectivamente para el rendimiento en las áreas *Lingüístico-Social*, y *Artística*.

Es necesario añadir la relevancia del razonamiento numérico en la explicación del rendimiento académico en las tres áreas curriculares, siendo la primera variable a entrar en el modelo, y siempre explicando más de la mitad de la varianza explicada para las dos áreas más académicas (*Científico-Matemática*, *Lingüístico-Social*). No es el caso del rendimiento en la área *Artística* en la que surge, en primer lugar, la puntuación general de pensamiento científico-creativo; y, en segundo lugar, el razonamiento numérico. Cabe destacar también que el razonamiento espacial tiene un papel complementario en la explicación del rendimiento de los alumnos en el área de *Científico-Matemática*, siendo sustituido por el razonamiento verbal cuando nos centramos en la predicción del rendimiento en el área *Lingüístico-Social*. Por

último, se observa una contribución significativa de la *Flexibilidad* para explicar el rendimiento de los alumnos en las áreas *Científico-Matemática* y *Lingüístico-Social*.

Discusión

En primer lugar, tomando la distribución de las puntuaciones de los alumnos en las pruebas aplicadas y en su rendimiento escolar, se puede constatar una mayor dispersión de las puntuaciones en el TPCC que en el IGF/5r. Esto indica que hay algunos alumnos con muy buenas puntuaciones en el TPCC, pero que la gran mayoría se sitúa en un nivel muy bajo de producción creativa. Así se explica la elevada dispersión, asimetría y curtosis en las tres dimensiones creativas del TPCC y en su puntuación general. Este dato sugiere grandes contrastes en la realización del test de pensamiento científico-creativo, presentando la mayoría de los alumnos grandes dificultades en su realización, sea por sus dificultades en tareas creativas o sea por sus dificultades en tareas de ciencias. A su vez, analizando el rendimiento académico, se observa que los alumnos de 2º y 4º de ESO obtienen mejores puntuaciones en las disciplinas del área *Artística* y peores en las disciplinas del área de *Lingüístico-Social*, situándose el rendimiento en el área *Científico-Matemática* en una posición intermedia.

En cuanto a las correlaciones de los resultados en las pruebas psicológicas con el rendimiento académico de los alumnos, se observan coeficientes más elevados en 4º que en 2º curso, pudiéndose pensar que las variables cognitivas se tornan más importantes a medida que se avanza en la escolaridad y se exige más de los alumnos en términos de aprendizaje. También se encuentran mayores correlaciones con el rendimiento académico por parte de los tres razonamientos evaluados a través de IGF/5r, en comparación con los valores obtenidos considerando las tres dimensiones creativas y la puntuación general en TPCC. Esta situación es más evidente en los alumnos de 4º curso, habiendo una inversión de este patrón de resultados cuando se considera la correlación entre el razonamiento verbal y el rendimiento por áreas en los alumnos de 2º curso, encontrando un nivel de correlación muy similar a las medidas de creatividad e incluso inferior con el rendimiento en el área *Artística*). Son para destacar los niveles más elevados de correlación del TPCC en alumnos de 4º curso, aunque continúen siendo inferiores a los obtenidos en las pruebas de razonamiento. Este dato puede estar en consonancia con los autores que afirman que a partir de la adolescencia, otras variables no estrictamente intelectuales empiezan a tener relevancia en la explicación del rendimiento escolar de los alumnos (Bratko et al., 2006; Furnham & Chamorro-Premuzic, 2004; Kappe &

van der Flier, 2012; Nofhle & Robins, 2007; O'Conner & Paunonen, 2007; Poropat, 2009). Por otro lado, se verifica que las correlaciones del razonamiento numérico con el rendimiento académico de los alumnos son superiores a las encontradas con el razonamiento verbal, lo que puede contradecir la percepción bastante generalizada entre los educadores, de la importancia de la lengua materna para el rendimiento académico en general.

Los datos del análisis de regresión confirman que al igual que las medidas de inteligencia psicométrica, también es importante la contribución de variables cognitivas más amplias, como el pensamiento científico-creativo (Beauducel et al., 2001; Ruiz, 2013; Ruiz et al., 2013; Sternberg, 1997). Combinando alumnos de 2º y 4º curso de ESO para asegurar una muestra en torno a una centena de participantes, se verifica que las variables cognitivas evaluadas son más relevantes en la explicación del rendimiento académico de los alumnos en las disciplinas del área *Científico-Matemática*, siendo menos relevantes para el área *Artística*, lo que se puede entender por la naturaleza del aprendizaje en las disciplinas implicadas. A su vez, se encuentra una mayor capacidad predictiva por parte del razonamiento numérico, generalizándose al rendimiento en las tres áreas curriculares, siendo importante también el razonamiento espacial en la área *Científico-Matemática* y el razonamiento verbal en la área *Lingüístico-Social*, lo que se encuentra en otros estudios y se puede explicar con base en la naturaleza más científica o más lingüística de las disciplinas en estas dos áreas curriculares (Lemos, Almeida, Guisande, & Primi, 2008).

Por último, las dimensiones del pensamiento científico-creativo tienen una contribución significativa en la explicación del rendimiento académico de los alumnos, ampliando la capacidad predictiva de los tests más clásicos de inteligencia. En las disciplinas más académicas se acentúa la contribución de la *Flexibilidad*, y en las disciplinas de expresión y arte se destaca la del *pensamiento científico-creativo*. Si pensamos que la flexibilidad influye más en los procesos cognitivos de análisis y selección de información en el momento de producir respuestas y solucionar problemas, a la vez que la medida general de pensamiento científico-creativo integra también la fluidez y originalidad, entonces se puede entender mejor esta asociación diferente de ambas variables del TPCC con las tres áreas curriculares (Ruiz et al., 2013).

Conclusiones

Siendo objetivo de este artículo evaluar la contribución de las habilidades intelectuales y del pensamiento científico-creativo en la explicación del rendimiento académico de los alumnos de la ESO, los resultados nos permiten concluir que, en la línea con la investigación en este área, los tests de inteligencia siguen siendo buenos predictores de las calificaciones escolares. Es interesante señalar que su importancia es más elevada en las disciplinas del área *Científico-Matemática* (40% de varianza explicada) y menor en el área *Artística* (5% de varianza explicada), situándose en un nivel intermedio en el área *Lingüístico-Social* (28% de varianza explicada).

A su vez, los resultados en el test de pensamiento científico-creativo proporcionan una pequeña contribución, pero estadísticamente significativa, en la predicción del rendimiento académico, añadiendo un 3% de varianza explicada en el área *Científico-Matemática* y un 5% en el área *Lingüístico-Social*. Es interesante destacar la mayor importancia del pensamiento científico-creativo en la explicación del rendimiento académico de los alumnos en las disciplinas del área *Artística* (20% de varianza explicada). Para el rendimiento en las disciplinas *Científico-Matemática* y *Lingüístico-Social* es la dimensión de flexibilidad la más importante; en el área *Artística* es la medida general de pensamiento científico-creativo la que presenta una contribución más elevada en explicación del rendimiento académico de los alumnos, incluso es superior a las medidas clásicas de inteligencia utilizadas en este estudio.

Otro punto a resaltar es la relevancia que asume el razonamiento numérico en la explicación del rendimiento académico en las tres áreas curriculares, cuando se podría pensar que sería el razonamiento verbal el más importante, pues el aprendizaje y la evaluación en todas las disciplinas se hace a través de la lengua materna. A su vez, se verifica que el razonamiento espacial y el razonamiento verbal tienen una contribución en la varianza explicada del rendimiento escolar de los alumnos, pero aquí los datos van en el sentido de la investigación: el razonamiento espacial es más importante en el área *Científico-Matemática* y el razonamiento verbal en el área *Lingüístico-Social*. Esto nos parece interesante debido a que el razonamiento espacial y verbal dependen de la naturaleza de las disciplinas integradas en cada una de estas áreas curriculares.

Para el futuro sería interesante aumentar la dimensión y heterogeneidad de la muestra que permitieran análisis estadísticos más robustos y con modelos confirmatorios, inclusive permitiendo también analizar cómo éstas variables cognitivas explican el rendimiento académico a lo largo de los cursos de Educación Secundaria Obligatoria. Si miramos las correlaciones obtenidas para los alumnos de 2º y 4º curso se observa un incremento de los coeficientes cuando avanzamos en la escolarización, aspecto interesante, pues algunos autores sugieren una disminución del impacto de las variables cognitivas en el rendimiento académico a medida que se avanza en los cursos escolares, por la creciente relevancia de las variables de motivación y personalidad.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con diferentes ayudas: Fundación Séneca -Agencia de Ciencia y Tecnología Región de Murcia (Ref.: 11896/PHCS/09). Ministerio de Ciencia y Tecnología (EDU2010-16370).

Referencias

- Ackerman, P.L. (1996). A theory of adult intellectual development: Process, personality, interests, and knowledge. *Intelligence*, 22, 227-257. DOI [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(96\)90016-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(96)90016-1)
- Beauducel, A., Brocke, B., & Liepmann, D. (2001). Perspectives on fluid and crystallized intelligence: Facets for verbal, numeral, and figural intelligence. *Personality and Individual Differences*, 30, 977-994. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8869\(00\)00087-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00087-8)
- Bermejo, R., Ruiz, M.J., Ferrándiz, C., García-Esteban, J., & Sainz, M. (en prensa). Pensamiento científico y rendimiento académico. *Psicología, Educação e Cultura*.
- Bratko, D., Chamorro-Premuzic, T., & Saks, Z. (2006). Personality and school performance: Incremental validity of self- and peer-ratings over intelligence. *Personality and Individual Differences*, 41, 131-142. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2005.12.015>
- Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53(4), 499-518. DOI <http://dx.doi.org/10.3102/00346543053004499>
- Chamorro-Premuzic, T., & Furnham, A. (2005). *Personality and Intellectual Competence*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Colom, R., & Flores-Mendoza, C.E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35, 243-251. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.008>
- Conard, M.A. (2006). Aptitude is not enough: How personality and behavior predict academic performance. *Journal of Research in Personality*, 40, 339-346. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrp.2004.10.003>
- Deary, I.J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13-21. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.02.001>
- Dunbar, K., & Fugelsang, J. (2005). Scientific thinking and reasoning. En K.J. Holyoak, & R.G. Morrison (Eds.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp.705-726). Cambridge, MA: Cambridge University Press. DOI <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0035>
- Farsides, T., & Woodfield, R. (2003). Individual differences and undergraduate academic success: The roles of personality, intelligence, and application. *Personality and Individual Differences*, 34, 1225-1243. [http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00111-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00111-3)

- Ferrando, M., Prieto, M.D., Ferrándiz, C., & Sánchez, C. (2005). Inteligencia y creatividad. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 3(3), 21-50.
- Ferrando, M., Bermejo, R., Sainz, M., Ferrándiz, C., Prieto, M.D., & Soto, G. (2012). Cognitive profile in low, medium and high creative students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 10(3), 968-984.
- Furnham, A., & Chamorro-Premuzic, T. (2004). Personality and intelligence as predictors of statistics examination grades. *Personality and Individual Differences*, 37, 1013-1022. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2003.10.016>
- Gilles, P.Y., & Bailleux, C. (2001). Personality traits and abilities as predictors of academic achievement. *European Journal of Psychology of Education*, 16, 3-15. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/BF03172991>
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills and practice. *Assessment in Education*, 6 (1), 129-144.
- Hu, W., & Adey, P. A (2002). Scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 389-403. DOI <http://dx.doi.org/10.1080/09500690110098912>
- IBM Corp. (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jensen, A.R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CN: Praeger.
- Kappe, F.R., & van der Flier, H. (2012). Predicting academic success in higher education: What's more important than being smart? *European Journal of Psychology of Education*, 27, 605-619.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48. DOI [http://dx.doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90007-9](http://dx.doi.org/10.1016/0364-0213(88)90007-9)
- Laidra, K., Pillmann, H., & Allik, J. (2007). Personality and intelligence as predictors of academic achievement: A cross-sectional study from elementary to secondary school. *Personality and Individual Differences*, 42, 441-451. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2006.08.001>
- Lemos, G., Almeida, L.S., Guisande, M.A., & Primi, R. (2008). Inteligência e rendimento escolar: Análise da sua relação ao longo da escolaridade. *Revista Portuguesa de Educação*, 22, 83-99.
- Noftle, E., & Robins, R. (2007). Personality predictors of academic outcomes: Big Five correlates of GPA and SAT scores. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93, 116-130. DOI <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.93.1.116>

- O'Conner, M.C., & Paunonen, S.V. (2007). Big Five personality predictors of post-secondary academic performance. *Personality and Individual Differences*, 43, 971-990.
- Ostlund, K. (1998). What the research says about science process skills. *Electronic Journal of Science Education*, 2 (4), 1-8.
- Paul, R.W., & Elder, L. (2003). *A miniature Guide for Students and Faculty to Scientific Thinking. Based on Critical Thinking Concepts & Principles*. On-line: The Foundation for Critical Thinking.
- Pekmez, E.S., Aktamis, H., & Taskin, B.C. (2009). Exploring scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Qafqaz University*, 26, 204-214.
- Poropat, A.E. (2009). A meta-analysis of the Five-Factor model of personality and academic performance. *Psychological Bulletin*, 2, 322-338. DOI <http://dx.doi.org/10.1037/a0014996>
- Prieto, M.D., Ferrando, M., Hernández, D., & Sainz, M. (2011a). *Cómo formar pequeños científicos*. Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.
- Prieto, M.D., Ferrando, M., Hernández, D., & Sainz, M. (2011b). *Pensamiento científico en el contexto escolar*. Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.
- Primi, R., Ferrão, M.E., & Almeida, L.S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20, 446-451. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.001>
- Rosander, P., Bäckström, M., & Stenberg, G. (2011). Personality traits and general intelligence as predictors of academic performance: A structural equation modeling approach. *Learning and Individual Differences*, 21, 590-596. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2011.04.004>
- Ruiz, M.J. (2013). *Estudio del pensamiento científico-creativo en una muestra de alumnos de Educación Secundaria*. Trabajo Fin de Máster. Murcia: Universidad de Murcia.
- Ruiz, M.J., Bermejo, M.R., Prieto, M.D., Ferrándiz, C., & Almeida, L. S. (2013). Evaluación del pensamiento científico-creativo: Adaptación y validación de una prueba en población española. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 21(1), 175-194.
- Sak, U., & Ayas, B. (2011). Creative Scientific Ability Test (C-SAT). Manuscrito sin publicar.
- Sternberg, R.J. (1997). *Successful Intelligence: How practical and creative intelligence determine success in life*. New York: Penguin Putnam.

- Taub, G.E., Keith, T.Z., Floyd, R.G., & McGrew, K.S. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, 23, 187-198. DOI <http://dx.doi.org/10.1037/1045-3830.23.2.187>
- Tipps, S. (1982). Formal operational thinking of gifted students in grades 5, 6, 7, and 8. Paper presented at the *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Lake Geneva, WI.
- Tobin, K.G., & Capie, W. (1982). Development and validation of a Group Test of Integrated Science Process Skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (2), 133-141.
- Yuste, C. (2002). IGF/5r. *Inteligencia general y factorial. Manual Técnico Formas A y B*. Madrid: EOS.