

EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO-CREATIVO: ADAPTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA PRUEBA EN POBLACIÓN ESPAÑOLA

*ASSESSMENT OF SCIENTIFIC CREATIVITY THINKING: ADAPTATION AND
VALIDATION OF A TEST FOR THE SPANISH POPULATION*

María José RUIZ
María Rosario BERMEJO
María Dolores PRIETO
Carmen FERRÁNDIZ
Universidad de Murcia

Leandro S. ALMEIDA
Universidad do Minho

Data de recepción: 17/06/2013

Data de aceptación: 19/07/2013

RESUMEN

Este artículo describe los procedimientos cualitativos y cuantitativos considerados en la adaptación y estudio exploratorio de la validación del Test de Pensamiento Científico-Creativo (TPCC) de Hu y Adey (2002), con alumnos de Educación Secundaria españoles. Este test está formado por siete tareas, y las respuestas de los alumnos son evaluadas según los rasgos de la creatividad: fluidez, flexibilidad y originalidad. Tomando una muestra de 98 alumnos de un centro de Educación Secundaria de la Región de Murcia se verificó que las puntuaciones de los alumnos son muy diferentes según su nivel de habilidad cognitiva y conocimientos curriculares, lo que

puede indicar que el TPCC podría utilizarse en la identificación de alumnos superdotados y talentosos. Se verificó también que una de las tareas del Test (Cuadrado) se presenta claramente diferenciada de las demás, con lo que se puede deducir que evalúa más bien el pensamiento convergente y los conocimientos de geometría de los alumnos. Al mismo tiempo, las correlaciones son particularmente elevadas tomando las puntuaciones en las dimensiones de creatividad dentro de cada tarea, lo que permite destacar el papel del contenido en la producción creativa.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento científico-creativo, creatividad, superdotación, talentos

ABSTRACT

This paper describes the qualitative and quantitative procedures included in the adaptation and exploratory study of the validation of the Scientific Creativity Test (SCT) of Hu and Adey (2002), with secondary education Spanish students. This test is composed of seven tasks, and students' answers are assessed based on creativity traits: fluidity, flexibility and originality. Results of 98 students of a secondary education centre of the Region of Murcia showed that students' scores are very different based on their level of cognitive ability and curricular contents knowledge, which suggests that the SCT may be used in the identification of gifted and talented students. In addition, results showed that one of the tasks of the Test ("Square") is clearly distinct from the others, as it assesses with greater precision convergent thinking and students' geometry knowledge. Furthermore, correlations are particularly high between creativity scores in the creativity dimensions in each task, which highlights the role of content in creative production.

KEYWORDS: Scientific-creative thinking, creativity, giftedness, talents

INTRODUCCIÓN

Reducir la investigación y la evaluación de las habilidades cognitivas de los alumnos a la inteligencia psicométrica se entiende hoy en día como una fuerte limitación. El desempeño humano refleja un amplio conjunto de variables, no sólo las habilidades cognitivas (Barca-Lozano, Mejía, & Mejía, 2011; Barca-Lozano, Almeida, Porto-Riboo, Peralbo, & Brenlla-Branco, 2012; Bratko, Chamorro-Premuzic, & Saks, 2006; Furnham, Chamorro-Premuzic, & McDougall, 2003; Kappe & van der Flier, 2012; Nofle & Robins, 2007; O'Conner & Paunonen, 2007; Otero-Martínez, Martín-López, Leon del Barco, & Vicente-Castro, 2009; Poropat, 2009). El nivel de aprendizaje y de rendimiento académico de los estudiantes, no se limita

a su capacidad intelectual, y mucho menos cuando esta se circunscribe a un pensamiento lógico-deductivo, una forma de pensamiento convergente o a una inteligencia analítica, sin tener en cuenta los conocimientos y las habilidades (Beauducel, Brocke, & Liepmann, 2001; Ferrándiz, Bermejo, Sainz, Ferrando, & Prieto, 2008; Rosander, Bäckström, & Stenberg, 2011; Schweider & Koch, 2001; Steinmayr & Spinath, 2009; Sternberg, 1997). En los últimos años, la investigación pone de relieve la necesidad de una inteligencia más pluralista, entendiendo esta como una función de los diferentes dominios de la actividad humana, incluyendo las áreas socio-emocionales (Gardner, 1999; Mayer, Salovey, & Caruso, 2008; Ferrando et al., 2011) y otras formas alternativas de pensamiento, como por ejemplo, el pensamiento creativo, el pensamiento científico y el pensamiento crítico. Esto demuestra su importancia en la escuela y en la educación de hoy día, debido a la complejidad y la imprevisibilidad de nuestros problemas cotidianos (Fleith & Alencar, 2012; Halpern, 1997; Ruiz, 2013; Sternberg, 1997; Wechsler, Nunes, Schelini, Ferreira, & Pereira, 2010).

En este contexto, es importante ampliar la gama de variables cognitivas consideradas en el estudio del aprendizaje y del rendimiento, a la vez que la validación de los instrumentos para su evaluación. En este sentido, el Grupo de Investigación de Altas Habilidades de la Universidad de Murcia, interesado en el estudio de los alumnos con altas habilidades y talentos, considera que es importante no descuidar estas nuevas variables descriptivas de la cognición, ya que pueden ser particularmente relevantes en el diagnóstico de altas habilidades y en la descripción de sus particularidades cognitivas y necesidades educativas (Hernández, Ferrándiz, Ferrando, Prieto, & Fernández-Vidal, en prensa). En este sentido, cabe destacar el reciente interés de este Grupo por el estudio y la evaluación del pensamiento científico-creativo (Bermejo, Prieto, Ferrándiz, Ferrando, Ruiz, & Soto, 2013).

Los estudios realizados sobre pensamiento científico han intentado, a través de diferentes perspectivas, entender qué es lo que pasa en la mente del científico cuando trabaja con contenidos típicos de las ciencias. Simon (1977, cfr. Dunbar & Fugelsang, 2005) afirma que el pensamiento científico en general y la resolución de problemas en particular se entienden como los distintos estados que puede tener la solución de un problema, así como las operaciones utilizadas para pasar de un estado a otro. Posteriormente, Klahr y Dunbar (1988) afirman que el pensamiento científico se describe a través de dos espacios, uno de hipótesis y otro de experimentación. Estos dos espacios son diferentes, ya que tienen diferente tipo de representaciones y utilizan distintas operaciones. Utilizando este marco de trabajo, Klahr (2000) destaca tres procesos: (i) generación de hipótesis (formulación de una hipótesis a partir del conocimiento previo y/o de los datos experimentales); (ii) prueba de hipótesis (basada en el diseño de experimentos que se adapte a la hipótesis formulada y que permita conocer si es o no adecuada para resolver el problema planteado); y (iii) evaluación (verificación de la evidencia a través de la comparación de las predicciones realizadas en torno a la hipótesis y los resultados obtenidos a través de la experimentación, esto es, si los resultados son suficientes para poder aceptar o rechazar la hipótesis). En este último proceso se determina si los resultados obtenidos a través de los experimentos son suficientes para poder aceptar o rechazar la hipótesis. En caso de que la evidencia no sea suficiente el proceso se reinicia desde el espacio de hipótesis.

En esta línea de investigación, la formulación de la hipótesis es central en el pensamiento científico, pues por ella pasa la planificación del procedimiento y la evaluación de los resultados obtenidos. De manera que es importante conocer cuáles son los procesos mentales que subyacen a la generación de nuevas hipótesis o conceptos, así como el estudio de los sesgos que a veces se dan en

la confirmación de las hipótesis. Para algunos autores, entre estos procesos cognitivos se hace necesario destacar los cambios conceptuales o cómo se incorpora la nueva información en las estructuras conceptuales existentes (Dunbar & Fugelsang, 2005).

Para el estudio de tales procesos, algunas investigaciones comparan el desempeño de novatos y expertos, por ejemplo en problemas de física. Los resultados sugieren que los estudiantes novatos mantienen creencias erróneas acerca de varios contenidos de física y no realizan cambios conceptuales radicales o completos (Dunbar & Fugelsang, 2005; Kozhevnikov & Hegarty, 2001; McCloskey, Caramazza, & Green, 1980). Los novatos adquieren las fórmulas de física como conceptos o entidades individuales y no relacionados entre sí, las memorizan en su conjunto y las testan por ensayo-error, lo que contrasta con el modelo integrativo de resolución presente en los expertos (Chi, Glaser, & Rees, 1982; Larkin, 1980; 1983; Larkin, McDermott, Simon, & Simon, 1980). Los expertos utilizan su conocimiento para construir representaciones de los problemas y los categorizan basándose en similitudes estructurales. En este sentido, la diferencia que hay entre expertos y novatos no es solo cuantitativa (cuánto conocen), sino también cualitativa (qué conocen), ya que no solo es necesario que los alumnos adquieran gran cantidad de información, sino que almacenen los conocimientos de manera funcional.

Paul y Elder (2003) afirman que el pensamiento científico es una forma de pensamiento en la que se mejora la calidad de este, para trabajar con contenido científico. Estos autores identifican una serie de elementos del pensamiento científico, como son: el propósito del pensamiento científico (objetivo); el interrogante científico (problema); la información científica (datos, hechos, observaciones, experiencias); las interpretaciones e inferencias científicas (conclusiones, soluciones); los conceptos

científicos (teorías, definiciones, leyes, principios, modelos); los supuestos científicos (presuposiciones); las implicaciones científicas y las consecuencias; y los puntos de vista científicos (referencias, perspectivas, orientación). De forma similar, Dunbar y Fugelsang (2005) definen el pensamiento científico como los procesos cognitivos que utilizamos cuando trabajamos con contenido o actividades típicas de las ciencias; aunque esas operaciones cognitivas se ponen en marcha con contenido científico, también se utilizan en otro tipo de actividades no relacionadas con las ciencias, como es el caso de la inducción, la deducción, el uso de analogías, la resolución de problemas o el razonamiento causal.

El grupo de investigación de Altas Habilidades de la Universidad de Murcia destaca que el pensamiento científico incluye también los procesos cognitivos dirigidos a la búsqueda de lo novedoso, y que nos permite dar un significado a lo que no podemos observar directamente, así como hacer predicciones acerca de situaciones futuras (Prieto, Ferrando, Hernández, & Sainz, 2011a; 2011b). En este momento, cabe plantearse si el concepto de pensamiento científico-creativo hace referencia a habilidades generales que el sujeto utiliza cuando trabaja con contenidos de ciencias o si es necesario un nivel más o menos profundo de conocimiento científico. En el caso del Test de Pensamiento Científico-Creativo (Hu & Adey, 2002) los autores indican que se necesita un cierto nivel de conocimiento científico para poder alcanzar un rendimiento creativo. En este sentido, autores como Frederiksen y Ward (1978) indican que la mejor forma de evaluar el pensamiento científico-creativo es a través de situaciones típicas de la investigación científica, ya que nos proporcionarían una medición más objetiva, al tener en cuenta los resultados y el procedimiento seguido por el sujeto, así como la comparación con los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas. Lógicamente en estas situaciones, los tests tendrán que ser adecuados al nivel de

conocimientos curriculares de los alumnos en los dominios de las ciencias. Sin embargo, el test SR-9 (*Scientific Reasoning Test Version 9*) de Sunde (2008) realiza una evaluación libre de conocimiento específico de ciencias, aunque está diseñado para alumnos universitarios. A su vez, el *Test de Habilidad de la Creatividad Científica (C-SAT)*, de Sak y Ayas (2011), se puede considerar una prueba que requiere de los alumnos algunos conocimientos científicos, pues sus cinco tareas (experimento de vuelo, gráfico de interacción, experimento de azúcar, experimento del muelle y cadena alimenticia) requieren de la generación y evaluación de hipótesis, lo que no es posible sin un cierto nivel de conocimiento específico de ciencias.

En este estudio se utiliza el *Test de Pensamiento Científico-Creativo* de Hu y Adey (2002) y su adaptación y validación en población española. Para sus autores, el TPCC se basa en el Modelo Estructural de la Creatividad Científica (*SCSM, Scientific Creativity Structure Model*), constituido por tres dimensiones (Hu & Adey, 2002): (i) proceso (imaginación y pensamiento creativo); (ii) rasgo (fluidez, flexibilidad y originalidad); y (iii) producto (problemas científicos, fenómenos científicos, conocimiento de la ciencia, y productos técnicos). A partir de este modelo, los autores diseñaron 48 ítems y los pasaron a 50 investigadores y profesores de ciencias, para que evaluaran su adecuación para los alumnos de Educación Secundaria. Las tareas que quedaron después de la anterior criba fueron administradas a 60 alumnos de 13 años, tras los cual fueron eliminadas 2 tareas más, ya que eran demasiado difíciles, con lo cual quedaron 7 tareas, que se detallarán más adelante.

También cabe señalar que hay algún estudio internacional desarrollado con esta prueba, este es el caso del de Pekmez, Aktamis y Taskin (2009) que hicieron una adaptación del test en Turquía. En este estudio, se tomaron 79 alumnos de 7º curso de primaria y se

realizaron algunos cambios en la formulación de los ítems, con el fin de acercarlos más a esta población (además las tareas fueron reducidas a cinco): Tarea 1 - Escribe usos científicos (por ejemplo en un laboratorio): a. para una botella de plástico; b. para una lata; Tarea 2 - Piense tantas mejoras como pueda para una bolsa de la escuela, para que sea más interesante, más útil y más hermosa y diga por qué se necesitan las mejoras que propuso y cómo puede demostrar que sus propuestas son adecuadas; Tarea 3 - a. Supongamos que no hubiese noche, que siempre fuese de día, describe cómo sería el mundo, b. Supongamos que el mundo no girase alrededor del sol, ¿cómo sería?; Tarea 4 - Hay dos tipos de papel higiénico. ¿Cómo se puede probar cual es mejor? Para ello, anote tantos métodos posibles como pueda y los instrumentos, principios y procedimiento simple; y Tarea 5 - Diseña una máquina de recoger manzanas. Haga un dibujo, señale el nombre y la función de cada parte.

Por último, en la investigación de Pekmez y otros (2009) el acuerdo entre dos jueces se situó en una puntuación media de .94 para todos los ítems. El contenido de los ítems evaluado a través del acuerdo de investigadores en el área de ciencias fue elevado. En este estudio, los autores solo consideraron la fluidez y la originalidad (no encontraron categorías adecuadas para agrupar las respuestas que daban los alumnos a cada una de las tareas).

MÉTODO

OBJETIVO

Con este estudio se pretende adaptar y validar para los alumnos españoles el Test de Pensamiento Científico-Creativo (Hu & Adey, 2002), intentado de esta forma ampliar y diversificar el número de pruebas psicológicas, con incidencia en el funcionamiento cognitivo, para la identificación de los alumnos de altas habilidades y talentosos. En este sentido, se analiza la estructura factorial de las puntuaciones, tomando el contenido específico de cada tarea y las dimensiones de creatividad

que este test evalúa (fluidez, flexibilidad y originalidad).

PARTICIPANTES

La muestra está compuesta por 98 alumnos (55% varones) de un centro de Educación Secundaria de la Región de Murcia. Los alumnos que participaron en el presente estudio pertenecían a los cursos académicos de 2º y 4º de Educación Secundaria, con edades comprendidas entre los 12 y los 16 años ($M = 14.6$, $DT = 1.42$). Entre los alumnos participantes se encontraban alumnos identificados como de altas habilidades, así como alumnos repetidores y alumnos de bajo rendimiento (9 alumnos de diversificación curricular).

INSTRUMENTO

El *Test de Pensamiento Científico-Creativo (TPCC)* de Hu y Adey (2002) está constituido por 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 (Bicicleta) - ¿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 cuantas 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 termina, escribe la función que tiene cada una de las partes de la máquina). En las tareas del TPCC se evalúa fluidez, flexibilidad y originalidad, a excepción de la tarea 7 “Manzanas” en la que solo se evalúa

fluidez y originalidad. En la investigación realizada por los autores, la prueba obtuvo un índice de fiabilidad satisfactorio ($\alpha = .89$), así como un acuerdo inter-jueces adecuado (entre .79 y .91). A su vez, un análisis factorial permitió verificar que todos los ítems cargaban en un único factor que explicaba el 63% de la varianza. También comprobaron que las tareas eran del agrado de los alumnos (la tarea 1 “Cristal” obtuvo la menor puntuación), así como que el rendimiento era diferente en función de la edad (aumentando con la edad) y si había diferencias en función del nivel de habilidad para las ciencias (diferencia favorable a los alumnos de alta habilidad). Este test está diseñado para ser administrado de forma grupal, con un tiempo de 60 minutos, a alumnos de entre 12 y 16 años.

PROCEDIMIENTO

En primer lugar se recibió la prueba de Hu y Adey (2002) en inglés y el Equipo de Investigación de Altas Habilidades de la Universidad de Murcia lo tradujo y adaptó al castellano, siguiendo las normas de la *International Test Commission* (Hambleton, Merenda, & Spielberger, 2005). A continuación se aplicó la prueba a alumnos de 2º y 4º de Educación Secundaria, de un centro público de Educación Secundaria de la Región de Murcia. Tras esto las respuestas

de los estudiantes se transcribieron a una base del programa SPSS, debido a que era la primera vez que se administraba la prueba y era necesario poder calcular la frecuencia de las respuestas dadas por los alumnos. En base a estas respuestas, se elaboraron las categorías para cada una de las tareas, persiguiendo que estas categorías fueran lo más inclusivas posible, pero tratando de no penalizar las respuestas diferentes incluyéndolas en categorías demasiado generales. Una vez realizado esto, se corrigieron las tareas a través de la valoración de los rasgos de la creatividad, concretamente fluidez, flexibilidad y originalidad, a excepción de la tarea “Manzanas” en la que solo se valoró fluidez y originalidad. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa SPSS 20.0.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en los parámetros de fluidez, flexibilidad y originalidad para cada una de las tareas del “Test de Pensamiento Científico-Creativo” (Hu & Adey, 2002), sin embargo en la tarea 7 “Manzanas” solo se considera la fluidez y la originalidad. Además de la puntuación mínima y máxima, se presenta la media, la desviación típica, y los coeficientes de distribución de los datos (asimetría y curtosis).

Variables	N	Min	Max	Med	DT	Asimetría	Curtosis
CristFlu	98	.0	19.0	5.19	3.87	1.566	3.191
CristFle	98	.0	7.0	3.04	1.59	.272	-.050
CristOrig	98	.0	51.0	12.97	10.79	1.823	3.863
EspFlu	98	.0	22.0	6.21	5.11	1.309	1.235
EspFle	98	.0	16.0	4.98	3.31	1.050	1.226
EspOrig	98	.0	46.0	12.36	11.08	1.407	1.425
BicFlu	98	1.0	19.0	5.49	4.41	1.798	2.976
BicFle	98	.0	17.0	4.86	3.52	1.595	2.511
BicOrig	98	.0	50.0	8.71	8.62	2.346	6.671
GravFlu	98	.0	19.0	3.98	3.63	2.310	6.823
GravFle	98	.0	16.0	3.49	3.02	2.135	5.914
GravOrig	98	.0	40.0	7.92	7.65	2.288	6.345
CuadFlu	98	.0	12.0	5.37	2.63	.448	.244
CuadFle	98	.0	4.0	1.50	.69	.666	.967
CuadOrig	98	.0	26.0	7.29	6.41	1.233	.780
ServFlu	98	.0	18.0	2.77	2.65	3.364	16.09
ServFle	98	.0	8.0	2.15	1.47	1.010	1.672
ServOrig	98	.0	32.0	3.33	5.04	3.509	16.36
MazFlu	98	.0	15.0	5.39	3.84	.224	-.705
MazOrig	98	.0	5.0	2.41	1.69	.149	-1.271

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los alumnos en las siete tareas y sus dimensiones del TPCC

Los resultados en la tabla 1 presentan una buena dispersión (amplitud) entre las puntuaciones mínimas y máximas en las dimensiones de creatividad de cada tarea, pero si observamos el valor de la media verificamos que esta se sitúa más próxima del valor mínimo que a un valor intermedio de esa amplitud de puntuaciones. Esto significa que en todas las tareas y en sus dimensiones, la gran mayoría de los alumnos puntúan con resultados bajos, pero hay algunos alumnos que obtienen puntuaciones muy elevadas o muy por encima de la media. En este sentido, también se observan valores muy elevados de dispersión (desviación típica) en algunas puntuaciones, siendo también muy elevados sus índices de asimetría y de curtosis. Estos

índices de distribución nos hacen pensar que entre los alumnos de la muestra existe una mayoría con bajo desempeño, pero otros alumnos (probablemente los alumnos de altas habilidades) consiguen obtener en el TPCC puntuaciones muy elevadas. Se hace necesario destacar que la muestra incluye alumnos con dificultades académicas (alumnos de diversificación curricular) y también alumnos de altas habilidades, lo que permite entender y aceptar mejor los niveles elevados de los coeficientes de asimetría y curtosis.

En la tabla 2 presentamos las puntuaciones de los alumnos en función del curso (2º y 4º de Educación Secundaria). Para obtener esto se ha utilizado un análisis de diferencia de

medias (test t para muestras independientes). Las dos primeras columnas se refieren a la homogeneidad de varianza, y las demás

presentan los índices del test t (coeficiente, grados de libertad y su significación).

Variables	F- Levee's Test	Sig.	t	df	Prob	DifMedias
CristFlu	.037	.847	-.46	96	.645	-.36
CristFle	.636	.427	-.51	96	.608	-.17
CristOrig	.003	.957	-.06	96	.949	-.14
EspFlu	10.6	.002	-2.56	75.7	.013	-2.61
EspFle	6.99	.010	-2.28	80.2	.026	-1.51
EspOrig	20.7	.000	-2.76	69.6	.007	-6.10
BicFlu	7.31	.008	-1.18	81.2	.242	-1.06
BicFle	6.16	.015	-1.23	78.7	.222	-.89
BicOrig	3.77	.055	-1.35	96	.179	-2.35
GravFlu	1.36	.246	-.22	96	.827	-.16
GravFle	3.12	.080	-.73	96	.465	-.45
GravOrig	1.42	.237	-.55	96	.585	-.85
CuadFlu	8.09	.005	-1.82	81.7	.073	-.97
CuadFle	7.21	.009	-.43	78.2	.669	-.06
CuadOrig	14.3	.000	-2.56	79.2	.012	-3.28
ServFlu	7.04	.009	-1.88	61.4	.065	-1.02
ServFle	8.08	.005	-1.48	81.6	.143	-.44
ServOrig	9.27	.003	-1.92	60.5	.059	-1.99
MazFlu	.085	.771	-.86	96	.393	-.67
MazOrig	.693	.407	-.82	96	.416	-.28

Tabla 2. Análisis comparativo de las medias de los resultados por curso de la ESO (t-test)

Los resultados de la tabla 2 muestran que en todas las variables los alumnos de 4º curso de Educación Secundaria obtienen mejores resultados que los alumnos de 2º (esto se puede constatar en la tabla 2 observando que la diferencia en las medias de los grupos son siempre negativas), pero no siempre esa diferencia es estadísticamente significativa. Esto nos hace pensar que las tareas no evalúan esencialmente habilidad cognitiva y niveles de conocimiento curricular, pero sí una actitud más o menos creativa hacia los problemas o situaciones planteadas. También se puede pensar que si la escuela estimula el conocimiento científico, entonces se podría esperar que los alumnos de 4º curso hicieran bastante mejor (o significativamente mejor) las tareas de la prueba que los alumnos de 2º de Educación Secundaria.

Analizando, más pormenorizadamente, las diferencias entre las medias, podemos observar que tales diferencias se presentan estadísticamente significativas a favor de los alumnos del 4º de Educación Secundaria en las tres dimensiones de la tarea “Espacio”, y en la dimensión originalidad de la tarea “Cuadrado”. También se obtienen diferencias relevantes, y casi estadísticamente significativas, en “Servilletas” (originalidad y fluidez) y en “Cuadrado” (fluidez). A su vez en las tres dimensiones de la tarea “Bicicleta” se observa una gran proximidad en las medias de las puntuaciones de los alumnos de 2º y 4º de Educación Secundaria.

En tabla 3 presentamos las correlaciones de los resultados tomando las dimensiones de creatividad por cada una de las siete tareas.

Tabla 3. Correlación entre las dimensiones del Test de Pensamiento Científico-Creativo

	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-6	V-7	V-8	V-9	V-10	V-11	V-12	V-13	V-14	V-15	V-16	V-17	V-18	V-19	
1-CristFlu	-																			
2-CristFle	.81**	-																		
3-CristOrig	.86**	.77**	-																	
4-EspFlu	.52**	.47**	.49**	-																
5-EspFle	.48**	.48**	.49**	.90**	-															
6-EspOrig	.56**	.53**	.53**	.92**	.92**	-														
7-BicFlu	.41**	.37**	.43**	.56**	.53**	.59**	-													
8-BicFle	.38**	.38**	.43**	.60**	.57**	.61**	.97**	-												
9-BicOrig	.38**	.32	.39**	.50**	.46**	.54**	.92**	.90**	-											
10-GravFlu	.40**	.47**	.43**	.61**	.54**	.61**	.58**	.62**	.53**	-										
11-GravFle	.44**	.50**	.47**	.64**	.57**	.65**	.60**	.65**	.55**	.97**	-									
12-GravOrig	.42**	.45**	.45**	.59**	.52**	.60**	.59**	.63**	.56**	.95**	.97**	-								
13-CuadFlu	.15	.12	.14	.07	.11	.15	.09	.07	.08	.09	.14	.12	-							
14-CuadFle	.11	.02	.07	.07	.11	.07	-.02	-.01	-.01	.01	.02	.02	.57**	-						
15-CuadOrig	.12	.07	.10	.02	.04	.11	.05	.03	.04	.02	.06	.05	.94**	.55**	-					
16-ServFlu	.51**	.39**	.47**	.54**	.49**	.57**	.61**	.56**	.50**	.52**	.54**	.52**	.25*	.01	.20	-				
17-ServFle	.40**	.37**	.39**	.51**	.50**	.51**	.50**	.52**	.42**	.52**	.53**	.53**	.11	.03	.03	.84**	-			
18-ServOrig	.43**	.30**	.39**	.45**	.38**	.48**	.57**	.52**	.48**	.43**	.44**	.42**	.19	.00	.16	.93**	.78**	-		
19-ManzFlu	.34**	.35**	.36**	.32**	.43**	.39**	.33**	.35**	.30**	.35**	.38**	.36**	.11	.04	.09	.34**	.40**	.25*	-	
20-ManzOrig	.32**	.35**	.37**	.35**	.42**	.39**	.42**	.43**	.41**	.37**	.39**	.35**	.09	.03	.07	.32**	.35**	.24*	.87**	

*p<.05; **p<.01.

Analizando los coeficientes de correlación obtenidos (tabla 3) se puede afirmar que hay correlaciones muy elevadas entre las tres dimensiones de creatividad (fluidez, flexibilidad y originalidad) para cada una de las tareas. Esta situación se corrobora cuando tales coeficientes son superiores a .80 y en varios casos se encuentran por encima de .90. La única situación que no es tan evidente se observa en la tarea “Cuadrado”, pues solamente la correlación entre fluidez y originalidad es elevada. También se constata que los coeficientes de correlación, tomando el conjunto de tareas y sus dimensiones, tienden a ser moderados, siendo la única excepción los coeficientes de la tarea “Cuadrado”. En este sentido, esta prueba puede estar evaluando otras competencias de los alumnos y no su capacidad para pensar de forma creativa (producción divergente de ideas o soluciones) en los problemas de ciencias. Efectivamente, pensando en la demanda que se le hace a los alumnos en la tarea “Cuadrado” (dividir un cuadrado de diferentes modos, pero siempre obteniendo al final 4 partes iguales), parece más un problema de pensamiento convergente

que divergente, más lógico que creativo (no hay un número ilimitado de soluciones plausibles), y además de eso, parece evaluar más una situación muy concreta de geometría que una situación o problema científico. A su vez, las puntuaciones en las tareas “Servilletas” y “Espacio” tienden a presentarse más correlacionadas con las puntuaciones de las demás tareas del TPCC.

En base a las correlaciones obtenidas entre las tareas y sus dimensiones se realiza un análisis factorial exploratorio de los datos. Este análisis se realizó por el método de componentes principales, aceptando todos los factores con valor propio igual o superior a la unidad. Sin más especificaciones, se obtiene $KMO=.84$, el test de esfericidad de Bartlett se situó en 2565.93 ($df=190$; $p=.000$), se identificaron 7 factores que explicaban en su conjunto un 91.8% de la varianza de los resultados. En la tabla 4 se presenta la distribución de las puntuaciones del TPCC en los siete factores aislados (rotación varimax) cuando las saturaciones son iguales o superiores a .40.

	Componentes							h ²
	1	2	3	4	5	6	7	
GravFlu	.875							.97
GravOrig	.872							.97
GravFle	.859							.99
BicOrig		.889						.94
BicFlu		.862						.97
BicFle		.833						.95
CristFlu			.879					.92
CristOrig			.861					.88
CristFle			.851					.86
ServOrig				.892				.93
ServFlu				.860				.96
ServFle				.810				.86
EspFle					.860			.95
EspFlu					.830			.94
EspOrig					.802			.94
CuadFlu						.943		.92
CuadOrig						.942		.90
CuadFle						.772		.63
ManzFlu							.919	.94
ManzOrig							.904	.94
Val.-Proprio	9.38	2.41	1.67	1.39	1.34	1.09	1.07	
% varianza	46.9	12.1	8.3	7.0	6.7	5.5	5.3	

Tabla 4. Análisis factorial exploratorio de las puntuaciones combinando tareas y dimensiones de creatividad

Como podemos observar en la tabla 4 las puntuaciones de los alumnos no se agrupan en función de las dimensiones de la creatividad (fluidez, flexibilidad y originalidad), sino que tienden a agruparse en función de la especificidad del problema o situación presentada en cada uno de los siete ítems (tareas) del TPCC. De forma concreta cabe destacar que en términos de evaluación de los procesos cognitivos más generales y no en los específicamente asociados al contenido de los ítems, hemos observado que en los siete factores aislados (todos con valor propio igual o superior a la unidad) hay un factor que claramente se diferencia de los demás, pues

tiene un valor propio de 9.38 y explica 46.9% de varianza. Se consideró también interesante destacar el factor 2 que se diferencia también de los demás. Este segundo factor tiene un valor propio de 2.41 y explica 12.1% de la varianza. En consecuencia hemos decidido repetir el análisis factorial, quedándonos con estos dos primeros factores. Para este análisis se utilizó rotación varimax y se determinó que los niveles mínimos de saturación fueran iguales o superiores a .40. En la tabla 5 presentamos los datos de este análisis, explicando los dos factores en conjunto un 59% de la varianza de los datos.

Variables	Factor 1	Factor 2	h ²
CristFlu	.666		.483
CristFle	.642		.426
CristOrig	.671		.477
EspFlu	.808		.653
EspFle	.777		.606
EspOrig	.835		.703
BicFlu	.812		.664
BicFle	.826		.689
BicOrig	.746		.561
GravFlu	.811		.661
GravFle	.838		.703
GravOrig	.808		.653
CuadFlu		.933	.882
CuadFle		.747	.558
CuadOrig		.932	.871
ServFlu	.760		.611
ServFle	.717		.518
ServOrig	.669		.469
ManzFlu	.532		.292
ManzOrig	.557		.313

Tabla 5. Análisis factorial reteniendo los dos primeros factores (rotación varimax)

Analizando los datos del análisis factorial exploratorio con los dos primeros factores, la solución obtenida nos parece muy clara en cuanto a las correlaciones analizadas anteriormente (tabla 3). Así, un primer factor reúne seis de las siete tareas y sus dimensiones de creatividad, y estas a su vez se agrupan en un factor general de pensamiento científico-creativo. A su vez, el factor 2 reúne exclusivamente las tres dimensiones de la tarea “Cuadrado”, que como hemos dicho anteriormente, parece ser una tarea diferente en cuanto a su contenido y en cuanto a la demanda que supone para los alumnos con respecto a las restantes tareas del TPCC. De nuevo, en este análisis la tarea “Cuadrado” parece ser una tarea más de pensamiento lógico o convergente que de pensamiento divergente, y su contenido se podrá aproximar más a los contenidos curriculares de matemáticas (geometría) que a los problemas más abiertos asociados con las restantes tareas del test. A su vez los índices de comunalidad (h^2) de las dos puntuaciones en la tarea 7 (Manzanas) son más bajos, lo que sugiere alguna especificidad.

Intentando hacer un análisis factorial confirmatorio para buscar un modelo que ajuste con los datos obtenidos, empezamos por una estructura de dos factores correlacionados. Un primer factor agrupa las tres dimensiones de la tarea “Cuadrado” y un segundo factor aglutina las demás puntuaciones (un total de 17 puntuaciones provenientes de las otras seis tareas). Se utilizó el método de máxima verosimilitud y los datos no se ajustaron al modelo propuesto, con unos valores que se quedaron muy distanciados de los límites mínimos exigidos (CMIN/DF=9.12; GFI=.43; CFI=.47; RMSEA=.29). De manera que, al mirar los índices de ajuste, se verificó la necesidad sistemática de correlacionar los errores de los parámetros evaluados en cada una de las tareas. Cruzando esta información con el primer análisis factorial exploratorio en el que encontramos siete factores separadamente para cada una de las siete tareas, optamos por

un modelo factorial de siete factores primarios por tarea, seguido de un factor de segundo orden de índole más general excluyendo el factor de la tarea “Cuadrado”, una vez su especificidad se había demostrado a través de las correlaciones y en los análisis factoriales exploratorios.

En la Figura 1 presentamos la versión final del modelo testado. Se comenzó con un modelo sin introducir ningún ajuste. En este primer modelo (Modelo 1), los índices de ajuste fueron los siguientes: CMIN/DF=1.43; GFI=.81; CFI=.97; RMSEA=.07. Como podemos observar los coeficientes obtenidos son muy interesantes, en el sentido de una verificación del modelo teórico propuesto, pero el índice GFI se queda bastante por debajo de .90 y el RMSEA se queda por encima de .05. En este momento, nos planteamos la introducción de un cambio sugerido por el programa, es decir, correlacionar el error11 (BicFlex) con el error17 (ServFlex). Con este cambio se obtuvieron los siguientes valores: CMIN/DF=1.33; GFI=.83; CFI=.98; RMSEA=.06. En este momento, pensamos que no era necesario continuar introduciendo nuevos ajustes, ya que los cambios eran mínimos y los coeficientes, excepto GFI, eran muy adecuados. Así, se puede aceptar que hay un factor general de pensamiento científico-creativo conectado con seis de las tareas que conforman esta prueba, y que existe un factor específico para la tarea “Cuadrado” (la correlación entre este factor y el factor general de segundo orden, obtenido con las demás tareas, es apenas de .19, lo que indica su independencia estructural). En este punto, se puede pensar que dividir un cuadrado en 4 partes iguales no es tanto una actividad de pensamiento divergente, pues hay que respetar al final un resultado muy específico para que sea correcto (además es una tarea de razonamiento lógico de carácter geométrico, que difiere en que en las demás tareas el alumno puede imaginar libremente y hacer sus producciones creativas o divergentes).

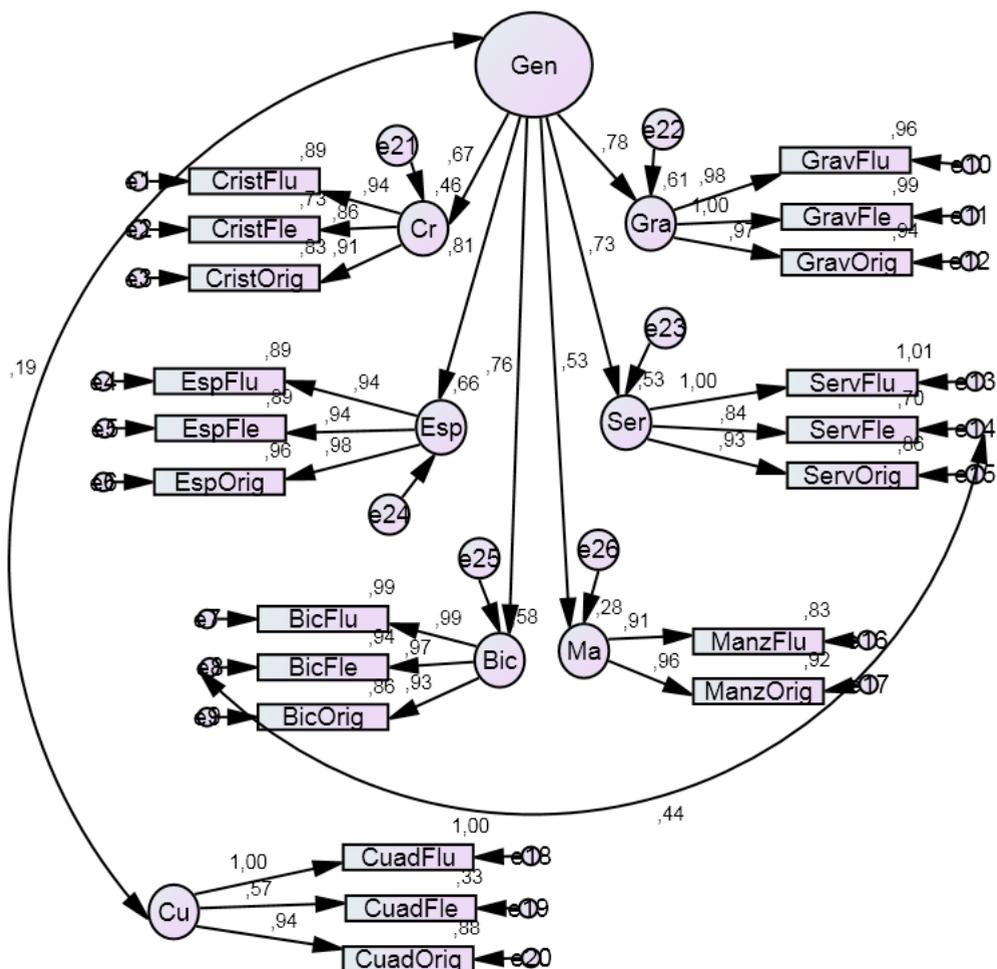


Figura 1. Modelo de estructura factorial de las tareas del TPCC

DISCUSIÓN

Aceptando hoy que otras dimensiones psicológicas que no solo las cognitivas son importantes para explicar el aprendizaje y el rendimiento académico de los alumnos (Barca-Lozano, Mejía, & Mejía, 2011; Barca-Lozano et al., 2012; Bratko, Chamorro-Premuzic, & Saks, 2006; Furnham, Chamorro-Premuzic, & McDougall, 2003; Nofle & Robins, 2007; O'Conner & Paunonen, 2007), también es cierto que mismo entre las habilidades cognitivas no es posible reducir toda la cognición a las aptitudes lógicas o de pensamiento convergente. Así se explica

la importancia creciente que la creatividad o el pensamiento creativo, por ejemplo, va teniendo en los contextos educativos de nuestros días (Fleith & Alencar, 2012; Ruiz, 2013; Sternberg, 1997; Wechsler et al., 2010). En este sentido, importa tener instrumentos fiables y válidos para su evaluación, lo que explica el interés del Grupo de Altas Habilidades de la Universidad de Murcia con la adaptación y validación del TPCC (Hu & Adey, 2002) para España.

Los resultados en las siete tareas y dimensiones de creatividad evaluadas se presentaron con una gran dispersión de

valores, pudiéndose asociar esta elevada dispersión a la inclusión de alumnos con dificultades de aprendizaje y también alumnos de altas habilidades en la muestra. En este sentido, se puede inferir que el “Test de Pensamiento Científico-Creativo” (Hu & Adey, 2002) permite diferenciar los alumnos según su nivel de habilidad, lo que puede ser muy importante cuando se pretende utilizar pruebas psicológicas capaces de identificar a los alumnos superdotados o talentosos. En este sentido, se verificó que en todas las puntuaciones los alumnos de 4º curso de Educación Secundaria obtienen mejores resultados que los alumnos de 2º, particularmente en las tres dimensiones de creatividad de la tarea “Espacio” y en la dimensión de originalidad de la tarea “Cuadrado”. En este mismo sentido, Hu y Adey (2002) obtuvieron diferencias significativas entre los alumnos en función de la edad, encontrando también que los alumnos de menor edad obtenían puntuaciones significativamente más bajas en las tareas del TPCC, aunque no indican si estas diferencias son significativas para todas las tareas y dimensiones.

Los coeficientes de correlación entre las puntuaciones de los alumnos en las tres dimensiones de creatividad para las siete tareas que componen el TPCC se mostraron moderadamente elevadas, a excepción de las puntuaciones en la tarea “Cuadrado”, que se muestra muy específica dentro de esta prueba. A su vez, las puntuaciones en fluidez, flexibilidad y originalidad para cada una de las tareas se correlacionan de forma muy elevada, con coeficientes por encima de .80 y .90, esto puede sugerir que no es necesario incluir las siete tareas del test. De nuevo en la tarea “Cuadrado” tales coeficientes son inferiores y solamente la correlación entre fluidez y originalidad es elevada. Este conjunto de datos nos permite anticipar que hay especificidad de cada tarea, pues los coeficientes son muy elevados cuando se correlacionan las tres dimensiones de creatividad por tareas,

y que hay también un espacio para pensar en un factor general de habilidad en el pensamiento científico-creativo, excluyendo la tarea “Cuadrado”. Si intentamos analizar la demanda cognitiva de esta tarea (dividir un cuadrado de diferentes modos, pero siempre obteniendo al final 4 partes iguales) nos parece más un problema de pensamiento convergente que divergente y en la que se aplican más conocimientos de matemáticas (geometría) que de los dominios científicos. Hemos de añadir que siendo las correlaciones dentro de cada tarea más elevadas que cuando se consideran las dimensiones de creatividad (fluidez, flexibilidad y originalidad) entre las tareas, eso nos sugiere la relevancia del contenido en la evaluación del pensamiento creativo. Esta situación también se ha verificado en trabajos anteriores con tests psicológicos de creatividad (Ferrando, Ferrándiz, Bermejo, Parra, Sánchez, & Prieto, 2007; Oliveira, Almeida, Ferrándiz, Ferrando, Sáinz, & Prieto, 2009).

Estos resultados en las correlaciones hacen viable una estructura factorial del TPCC con siete factores, uno por cada tarea, además de un factor general de segundo orden. Para este factor general emergen seis de las siete tareas, excluyéndose las puntuaciones en la tarea “Cuadrado” que se presenta como un factor autónomo. Sin embargo, Hu y Adey (2002) identificaron un solo factor que explicaba un 63% de la varianza, lo que difiere con nuestros resultados.

CONCLUSIÓN

Los datos obtenidos con el TPCC sugieren que ésta es una prueba psicológica que permite discriminar satisfactoriamente los alumnos con alta habilidad cognitiva y también los alumnos con niveles más elevados de conocimientos curriculares. Estos dos aspectos son muy importantes cuando tenemos el objetivo de identificar a los alumnos de altas habilidades y talentosos, y de esa forma cometer menos errores en relación a los puntos fuertes y débiles de estos alumnos. Y poder así, ofrecer una atención diferenciada atendiendo a su

desarrollo psicosocial y al aprendizaje en contextos educativos.

Se verificó también, una fuerte correlación entre las puntuaciones de las tres dimensiones de creatividad dentro de cada tarea, haciendo emerger factores de primer orden por tarea, lo que una vez más indica que la evaluación del pensamiento científico-creativo es muy dependiente de los contenidos de las tareas empleadas en su evaluación. A su vez las correlaciones elevadas o moderadas entre los indicadores de creatividad en seis de las siete tareas del TPCC, agrupándose todas ellas en un factor general de segundo orden que se puede identificar con el pensamiento científico-creativo, nos sugiere la posibilidad de reducir el número de tareas en este test y el tiempo necesario para su administración. La relevancia encontrada en este estudio y en la literatura presentada del contenido de las tareas en la evaluación de la creatividad implica que los autores de las pruebas para su evaluación discutan previamente si ese contenido es general o específico, pues puede ser o no ser el elemento decisivo o explicativo de las diferencias individuales en la creatividad evaluada.

Por último, los datos obtenidos sugieren la posibilidad o interés de eliminación de la tarea “Cuadrado” por su especificidad factorial en este estudio. Esta especificidad, asociada a la demanda que se hace a los alumnos, nos deja dudas de si se trata de una tarea de resolución creativa, de un problema de ciencias o si es más un ejercicio de pensamiento convergente con una tarea involucrada más con los conocimientos de matemáticas y geometría. Finalmente, se reconoce las dificultades más frecuentes de los alumnos en el área de matemática, anticipándose un efecto relevante de interacción del contenido de las tareas en la evaluación de los procesos creativos.

REFERENCIAS

- Barca-Lozano, A., Mejía, A.F., & Mejía, R. (2011). Autoconcepto y enfoques de aprendizaje; Sus efectos en el rendimiento académico en alumnado universitario de Republica Dominicana. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 19(2), 197-214.
- Barca-Lozano, A., Almeida, L.S., Porto-Riboo, A.M., Peralbo, M., & Brenlla-Branco, J.C. (2012). Motivación escolar y rendimiento: Impacto de metas académicas, de estrategias de aprendizaje y autoeficacia. *Anales de Psicología*, 28(3), 848-859.
- Beauducel, A., Brocke, B., & Liepmann, D. (2001). Perspectives on fluid and crystallized intelligence: Facets for verbal, numerical, and figural intelligence. *Personality and Individual Differences*, 30, 977-994.
- Bermejo, M.R., Prieto, M.D., Ferrándiz, C., Ferrando, M., Ruiz, M.J., & Soto, G. (2013, en prensa). Creatividad científica: dominio general o específico. *Sobredotação*.
- 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.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. En R. J. Stenberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 7-77). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 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: Cambridge University Press.
- Ferrándiz, C., Bermejo, M.R., Sainz, M., Ferrando, M., & Prieto, M.D. (2008). Estudio del razonamiento lógico-matemático desde el modelo de las inteligencias múltiples. *Anales de Psicología*, 24(2), 213-222.

- Ferrando, M., Ferrándiz, C., Bermejo, M.R., Parra, J., Sánchez, C., & Prieto, M.D. (2007). Estructura interna y baremación del test de Pensamiento Creativo de Torrance. *Psicothema*, 19(3), 489-496.
- Ferrando, M., Prieto, M.D., Almeida, L.S., Ferrándiz, C., Bermejo, M.R., López-Pina, J.A., Hernández, D., Sáinz, M., & Fernández, M.C. (2011). Trait emotional intelligence and academic performance: Controlling for the effects of IQ, personality and self-concept. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(2), 150-159.
- Fleith, D.S., & Alencar, E.L.S. (2012). Autoconceito e clima criativo em sala de aula na percepção de alunos do ensino fundamental. *Psico-USF*, 17(2), 195-203.
- Frederiksen, N., & Ward, W.C. (1978). Measures for the study of creativity in scientific problem-solving. *Applied Psychological Measurement*, 2(1), 1-24.
- Furnham, A., Chamorro-Premuzic, T., & McDougall, F. (2003). Personality, cognitive ability, and beliefs about intelligence as predictors of academic performance. *Learning and Individual Differences*, 14, 47-64.
- Gardner, H.E. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Halpern, D.F. (1997). *Critical thinking across the curriculum: A brief edition of thought and knowledge*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hambleton, R.K., Merenda, P., & Spielberger, C. (Eds.) (2005). *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hernández, D., Ferrándiz, C., Ferrando, M., Prieto, M.D., & Fernández, M.C. (en prensa, 2014). La teoría de las inteligencias múltiples en la identificación de alumnos de altas habilidades (superdotación y talento). *Anales de Psicología*.
- Hu, W., & Adey, P.A. (2002). Scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- 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. (2000). Scientific discovery as problem solving. En D. Klahr (Ed.), *Exploring science: The cognition and development of discovery processes* (pp.21-39). Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). Impetus beliefs as default heuristic: Dissociation between explicit and implicit knowledge about motion. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 439-453.
- Larkin, J.H. (1980). Teaching problem solving in physics: The psychological laboratory and the practical classroom. En D.T. Tuma & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research* (pp. 111-125). New York: Wiley.
- Larkin, J.H. (1983). The role of problem representation in Physics. En D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp.75-98). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Larkin, J.H., Mc Dermott, J., Simon, D.P., & Simon, H.A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problem. *Science*, 208, 1335-1342.
- Mayer, J.D., Salovey, P., & Caruso, D.R. (2008). Emotional intelligence: New

- ability or eclectic traits. *American Psychologist*, 63, 503–517.
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. *Science*, 210, 1139–1141.
- 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.
- O’Conner, M.C., & Paunonen, S.V. (2007). Big five personality predictors of post-secondary academic performance. *Personality and Individual Differences*, 43, 971–990.
- Oliveira, E., Almeida, L.S., Ferrándiz, C., Ferrando, M., Sáinz, M., & Prieto, M.D. (2009). Tests de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT): Elementos para la validez de constructo en adolescentes portugueses. *Psicothema*, 21(4), 562–567.
- Otero-Martinez, C., Martin-López, E., Leon del Barco, B., & Vicente-Castro, F. (2009). Inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de enseñanza secundaria: Diferencias de género. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 17(2), 275–284.
- 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*, 135, 322–338.
- Prieto, M.D., Ferrando, M., Hernández, D., & Sáinz, M. (2011a). *Cómo formar pequeños científicos*. Murcia: Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.
- Prieto, M.D., Ferrando, M., Hernández, D., & Sáinz, M. (2011b). *Pensamiento científico en el contexto escolar*. Murcia: Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.
- 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.
- 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.
- Sak, U., & Ayas, B. (2011). Creative Scientific Ability Test (C-SAT). Manuscrito sin publicar.
- Schweizer, K., & Koch, W. (2001). A revision of Cattell’s investment theory: Cognitive perspectives influencing learning. *Learning and Individual Differences*, 13(1), 57–82.
- Simon, H.A. (1977). *Models of Discovery*. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel.
- Steinmayr, R., & Spinath, B. (2009). The importance of motivation as a predictor of school achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 80–90.
- Sternberg, R.J. (1997). *Successful Intelligence: How practical and creative intelligence determine success in life*. New York: Penguin Putnam.
- Sundre, D.L. (2008). *The Scientific Reasoning, Version 9 (SR-9) test manual*. Harrisonburg, VA: Center for Assessment and Research Studies.

Wechsler, S.M., Nunes, M.F.O., Schelini, P.W.,
Ferreira, A.A., & Pereira, D.A.P. (2010).
Criatividade e inteligência: Analisando

semelhanças e discrepâncias no
desenvolvimento. *Estudos de Psicologia*,
15(3), 243-250.