



EFFECTS OF METACOGNITIVE CAPACITY, EL NIVEL ACADÉMICO Y EL GÉNERO SOBRE LA CREATIVIDAD CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

EFFECTS OF METACOGNITIVE CAPACITY, GRADE LEVEL AND GENDER ON SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SCIENTIFIC CREATIVITY

EFEITOS DA CAPACIDADE METACOGNITIVA, NÍVEL ACADÊMICO E GÊNERO NA CRIATIVIDADE CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Lucía Bonilla-Pellicer¹
Joan J. Solaz-Portolés²
Vicente Sanjosé³

1

Resumen: El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de la capacidad metacognitiva, el nivel de formación académica y el género sobre la creatividad científica de los estudiantes de secundaria. Han participado 135 estudiantes de secundaria, 63 chicos y 72 chicas. A todos ellos se les han administrado dos cuestionarios, uno de destrezas metacognitivas y uno de creatividad científica. De las correlaciones de Pearson entre variables y del análisis de regresión efectuado se puede concluir que la formación académica es la variable que más contribuye a la creatividad científica, aunque explica un porcentaje de varianza muy pequeño.

Palabras-clave: Creatividad científica. Destrezas metacognitivas. Nivel académico. Género. Educación Secundaria.

Abstract: The objective of this study was to investigate the effects of metacognitive capacity, grade level (academic training) and gender on secondary school students' scientific creativity. A total of 135 Spanish secondary school students, 63 boys and 72 girls, took part in this study. A questionnaire on metacognitive skills and a questionnaire that assesses scientific creativity were administered to participants. From the Pearson's correlations of the study variables and from a regression analysis it can be concluded that academic training received is the main contributor to scientific creativity, although it explains only a small percentage of variance.

Keywords: Scientific creativity. Metacognitive skills. Grade level. Gender. Secondary school.

¹Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria. Universitat de València (España). <https://orcid.org/0000-0001-5496-214X>. E-mail: lubope@alumni.uv.es.

²Doctor en Ciencias Químicas (Didáctica de las Ciencias). Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universitat de València. <https://orcid.org/0000-0003-4690-6556>. E-mail: Joan.Solaz@uv.es

³Doctor en Ciencias Físicas. Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universitat de València. <https://orcid.org/0000-0003-3806-1717>. E-mail: Vicente.Sanjose@uv.es.



REVISTA INTERNACIONAL
DE PESQUISA EM
DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

Resumo: O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da capacidade metacognitiva, nível acadêmico e gênero na criatividade científica de estudantes do ensino médio. Participaram 135 estudantes do ensino médio espanhol, 63 meninos e 72 meninas. Todos eles receberam dois questionários, um sobre habilidades metacognitivas e outro sobre criatividade científica. Das correlações de Pearson entre as variáveis e da análise de regressão realizada, pode-se concluir que a formação acadêmica é a variável que mais contribui para a criatividade científica, embora explique uma porcentagem muito pequena de variância.

Palavras-chave: Criatividade científica. Habilidades metacognitivas. Nível acadêmico. Gênero. Ensino médio.

Submetido 10/06/2020

Aceito 16/07/2020

Publicado 17/07/2020



Introducción

El concepto de creatividad está vinculado a la Psicología, que lo ha marcado en la estructura de la cognición humana (Kozbelt, Beghetto & Runco, 2010), en donde destaca su naturaleza interactiva y dinámica (Feldman & Benjamin, 2006). Es difícil definir la creatividad con precisión (Sharp, 2004), aunque algunos autores han intentado hacerlo. Entre ellos tenemos a Epstein (1996) quien, dentro de su teoría de la capacidad generativa, definió la creatividad como un proceso vinculado a la inteligencia humana que puede ser ejecutado en cualquier contexto y puede ser practicado, estimulado y desarrollado, y que se caracteriza por cuatro competencias (Epstein, Schmidt & Warfel, 2008): 1) aplicación de conocimientos y destrezas en ámbitos nuevos; 2) implicación en tareas y problemas que demandan nuevos enfoques y conocimientos; 3) inmersión en entornos que demandan “nuevas miradas” a las cosas; y 4) asimilación de las novedades a medida que se van introduciendo. Por su parte, Gardner (1993, p.35) afirmó que una persona creativa es aquella que “regularmente resuelve problemas, diseña cosas o se formula preguntas en un campo de forma novedosa (...)”.

Pesut (1990) formuló un modelo para el pensamiento creativo que lo conceptualiza como un proceso autorregulatorio en el que las operaciones que se ejecutan son consideradas como estrategias metacognitivas. Recordemos que el aprendizaje autorregulado consta fundamentalmente de tres componentes: cognición, metacognición y motivación (Schraw, Crippen & Hartley, 2006). La metacognición engloba destrezas que permiten a los estudiantes planificar, controlar y evaluar su aprendizaje y aplicar estrategias para conseguir sus objetivos (Boekaerts & Cascallar, 2006). Un modelo mucho más reciente perfila más las relaciones entre la metacognición y la creatividad postulando que la metacognición actúa como “moderadora” entre la ideación creativa y la producción creativa (Puryear, 2015).

Podemos encontrar en la literatura algunos trabajos que vinculan la metacognición a la creatividad. Así, por ejemplo, Jaušovec (1994) mostró la influencia de la metacognición en la resolución de problemas “creativos”. En esta misma línea, en el estudio de Hargrove y Nietfeld (2015), llevado a cabo con Estudiantes universitarios, se comprobó que aquellos estudiantes que habían recibido formación en habilidades metacognitivas obtenían puntuaciones significativamente más altas en pruebas de pensamiento creativo.

Parece que la creatividad está generando un gran interés en la educación y, cada vez más, se pide su potenciación en la escuela (Sharp, 2004), dado el importante papel que puede

desempeñar en la sociedad del conocimiento (Sahlberg, 2010). Jeffrey y Craft (2004) defienden el desarrollo de la creatividad en la enseñanza mediante la adecuación de las actividades de aprendizaje que se llevan a cabo en el aula. Un estudio llevado a cabo para identificar buenas prácticas en la promoción de la creatividad en las escuelas, concluye que el desarrollo de la creatividad de los Estudiantes mejorando el profesorado tiene la voluntad de observar, escuchar y trabajar con los Estudiantes cuando éstos quieren desarrollar sus propias ideas para alcanzar una determinada meta (Office for Standards in Education, 2003). Así, según Blamires y Peterson (2014), el desarrollo de la creatividad sólo es posible mediante metodologías de enseñanza centradas en el estudiante (pedagogías activas de aprendizaje).

A pesar de su importancia en la ciencia, la creatividad no tiene una posición significativa en la práctica educativa (Boden, 2001). En opinión de Kind y Kind (2007) la creatividad científica en la escuela debería estar basada en los diferentes aspectos de los procesos de investigación científica y desarrollarse a partir de las necesidades y destrezas de los estudiantes. Por su parte, DeHaan (2009) afirma que la verdadera innovación en la clase de ciencias se basa en hacer descubrir el valor de las pruebas experimentales, el razonamiento, las habilidades cognitivas de alto nivel, y en la resolución de problemas en los que se ponga en juego la creatividad de los estudiantes. En definitiva, este autor cree que la promoción de la creatividad científica requiere de una enseñanza basada en la indagación. Los resultados del estudio de Aktamis y Ergin (2008) señalaron que la educación científica basada en los procesos de la ciencia (contenidos procedimentales) conduce a más altos niveles de creatividad. El estudio de Yang, Lin, Hong y Lin (2016) encontraron una correlación significativa entre la creatividad científica y la capacidad indagativa de los Estudiantes en la educación primaria. Lee y Erdogan (2007) pusieron en evidencia que una metodología de enseñanza con un enfoque CTS (Ciencia/Técnica/Sociedad) mejora ostensiblemente las habilidades creativas.

Se han analizado en diversos estudios las posibles diferencias de creatividad debidas al género, pero en el concluyente trabajo de Abraham (2016) se indica que ni se puede afirmar que un género sea más creativo que el otro, ni que no exista ninguna diferencia en la creatividad entre sexos. Lo que sí que se ha confirmado en el ámbito de las matemáticas (en niveles educativos de primaria y secundaria) es que a mayor conocimiento matemático



(normalmente asociado com el nivel académico o curso) mayor es la creatividad (Tabach & Friedlander, 2013).

Dada la práctica inexistencia de trabajos realizados com estudiantes de educación secundaria en los que se analicen los vínculos entre la creatividad científica y las capacidades metacognitivas em dichos estudiantes, el objetivo del presente estudio se centra en examinar los efectos de la capacidad metacognitiva, el nivel de formación académica y el género sobre la creatividad científica. Específicamente se pretende responder a las siguientes preguntas: a) ¿Existe alguna correlación significativa entre la capacidad metacognitiva, el nivel de formación científica, el género y la creatividad científica?; b) ¿Cuánto contribuy en la capacidad metacognitiva, el nivel de formación científica y el género a explicar la creatividad científica?; y c) ¿Qué variable predice mejor la creatividad científica?

Metodología

Participantes

El presente estudio se realizó con una muestra total de 135 alumnos de un centro educativo de la ciudad de Valencia (España). Pertenecían a tres niveles académicos diferentes: 53 estudiantes eran de 3º de la ESO (9º grado, 14-15 años), de los cuales 35 chicas y 18 chicos; 43 estudiantes de 4º ESO (10º grado, 15-16 años), de los que 18 eran del género femenino y 25 del género masculino; y 39 de 2º de Bachillerato (12º grado, 17-18 años), con 19 chicas y 20 chicos.

Se trata de una muestra de conveniencia seleccionada por la accesibilidad de estos estudiantes. Em principio, estos sujetos no presentan características diferenciales respecto de otros de sus mismos niveles educativos. No obstante, los resultados no pueden ser extrapolados a toda la población estudiantil de esos niveles.

Instrumentos y medidas

El instrumento utilizado para medir el nivel de capacidad metacognitiva de los alumnos de secundaria fue el cuestionario *Junior Metacognitive Awareness Inventor* y desarrollado por Sperling, Howard, Miller y Murphy (2002). El cuestionario tiene un total de 18 ítems que, de acuerdo con los autores, pueden agruparse en dos factores: conocimiento de la cognición (ítems 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14 y 16) y regulación de la cognición (ítems 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17 y 18). El cuestionario ofrece afirmaciones e ideas con las que el sujeto debe mostrar su nivel de acuerdo. Utiliza una escala tipo Likert con cinco niveles de respuesta: nunca (valor 1), raramente, a veces, a menudo, y siempre (valor 5). A continuación se ofrecen par de ítems de cada uno de los factores:

- Factor Conocimiento de la Cognición

Ítem 12. *Aprendo más cuando el tema me interesa*

Ítem 13. *Utilizo mis puntos fuertes del aprendizaje para compensar mis puntos débiles*

- Factor Regulación de la Cognición

Ítem 7. *Cuando he acabado de estudiar me pregunto si he aprendido lo que debería haber aprendido.*

Ítem 9. *Antes de empezar a estudiar pienso sobre lo que tengo que aprender.*

El cuestionario de metacognición se puede calificar sumando todas las puntuaciones otorgadas en los 18 ítems. La calificación máxima que se puede obtener es de 90 puntos.

Para medir el nivel de creatividad científica en el alumnado de secundaria se empleó el cuestionario propuesto por Hu y Adey (2002). El cuestionario es específico para estudiantes de educación secundaria y cuenta con 7 ítems en los que se valora lo siguiente (se ofrecen los ítems del instrumento):

- Fluidez, flexibilidad y originalidad para utilizar un objeto científicamente:

Ítem 1. *Por favor, escribe todos los posibles usos científicos que se te ocurran para un trozo de cristal. Por ejemplo, crear un tubo de ensayo*

- Grado de capacidad de formulación de preguntas:

Ítem 2. *Si pudie rascoger una nave espacial y viajar por el espacio e ir a otro planeta, ¿qué tipo de preguntas científicas investigarías? Haz una lista de todas las que se te ocurran. Por ejemplo: ¿Hay vida en este planeta?*

- Habilidad para mejorar un producto

Ítem 3. *Piensa en todas las posibles mejoras que se te ocurran para una bicicleta, haciéndola más interesante, más útil y bonita. Por ejemplo: hacer las ruedas reflectantes para que se puedan ver en la oscuridad.*

- Imaginación científica

Ítem 4. *Imagina que no hubiese gravedad, describe cómo sería el mundo. Por ejemplo: los humanos estarían flotando.*

- Habilidad creativa de resolución de problemas

Ítem 5. *Por favor, usa tantos métodos como se te ocurran para dividir un cuadrado en cuatro piezas iguales.*

- Habilidad experimental creativa

Ítem 6. *Existen dos tipos de servilletas. ¿Cómo puedes comprobar cuál es el mejor tipo? Por favor, anota todos los métodos que se te ocurran, así como los instrumentos usados, las leyes/principios y el procedimiento usado.*

- Habilidad para diseñar un producto científico creativo

Ítem 7. *Diseña un experimento sencillo para comprobar que el aire caliente “pesa menos” (es decir, tiene menos densidad) que el aire frío. Haz un dibujo o esquema (Este último ítem substituyó al que aparecía en la versión original porque éste nos pareció más sencillo y permitía que el alumnado pudiese diseñarlo a partir de materiales accesibles y conocidos).*

Para evaluar la prueba de creatividad científica, se siguió el siguiente criterio: a cada respuesta en cada ítem se le asignaron 0, 1 o 2 puntos en función de si era incorrecta, regular o correcta, respectivamente. Aquellos ítems en los que se pudiera dar más de una respuesta

correcta, su puntuación se obtuvo sumando la calificación concedida a cada una de las respuestas. Así, por ejemplo, en el ítem 5, si el alumno dibuja 10 cuadrados, de los cuales 8 son correctos y 2 son incorrectos, la puntuación final de esa pregunta será de 16 puntos ($8 \cdot 2 + 2 \cdot 0 = 16$). La puntuación final obtenida será la suma de las puntuaciones de todos los ítems. En esta prueba no hay un valor máximo.

Procedimiento

Se administró en primer lugar el cuestionario de capacidad metacognitiva en los 25 minutos finales de una sesión de clase normal. En otra sesión de clase normal completa (55 minutos) se realizó el cuestionario de creatividad científica.

Dadas las características del cuestionario de creatividad, fue corregido por dos de los autores de este trabajo. El grado de acuerdo entre correctores fue determinado mediante el coeficiente Kappa de Cohen, y resultó ser 0.89, un valor alto. Posteriormente, se resolvieron las discrepancias de mutuo acuerdo.

Resultados

La fiabilidad de ambos cuestionarios fue determinada mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach. En el cuestionario de creatividad científica se obtuvo un valor de alfa de 0.80, y en el cuestionario de capacidad metacognitivas se obtuvo un valor de alfa de 0.79. Todo ello indica un buen nivel de fiabilidad de ambos.

Las medias aritméticas y la desviación estándar de las puntuaciones obtenidas en cada cuestionario (suma de las puntuaciones en todos los ítems del mismo) en función del nivel académico (curso o grado) y del género, se muestran en la Tabla 1. La media global del cuestionario de estrategias metacognitivas es de 67,82 puntos (puntuación máxima en el cuestionario 90 puntos), que podemos calificar de media-alta. Las medias en esta variable cubren un rango desde los 65,32 a 69,39 puntos. Por su parte, la media global del cuestionario de creatividad científica se sitúa en 26,20 puntos (no hay puntuación máxima). Las medias en el cuestionario de creatividad científica fluctúan entre 22,28 a 32,05 puntos.

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables en el estudio

Variable	Nivel académico	Género	Media	S.D.
Destrezas metacognitivas (punt. máxima 90)	3º ESO	Chico	69,39	9,73
		Chica	69,09	8,37
	4º ESO	Chico	65,32	7,82
		Chica	68,33	9,32
	2º BAC	Chico	65,50	12,39
		Chica	69,26	9,42
Creatividad científica (sin punt. máxima)	3º ESO	Chico	22,28	14,17
		Chica	25,23	6,87
	4º ESO	Chico	27,20	7,49
		Chica	24,56	12,05
	2º BAC	Chico	26,10	9,10
		Chica	32,05	13,3

La Tabla 2 ofrece la matriz de correlaciones producto-momento de Pearson de las variables intervinientes en la investigación: nivel académico (variable ordinal con 3 niveles, se ha tomado valor 0 para 3º de ESO, valor 1 para 4º de ESO, y valor 2 para 2º de Bachillerato), género (considerando valor 0 para los chicos y valor 1 para las chicas), destrezas metacognitivas y creatividad científica. Se puede observar que solo la creatividad científica y el nivel académico están significativamente relacionadas ($r = 0.19$; $p < .05$). No hay correlación entre creatividad científica y destrezas metacognitivas ($r = -0.09$).

Tabla 2. Correlaciones producto-momento de Pearson entre las distintas variables

	Creatividad científica	Nivel académico	Género	Destrezas metacognitivas
Creatividad científica.	1	0,19*	0,07	-0,09
Nivel académico		1	-0,15	-0,09
Género			1	0,13

* $p < .05$

Al objeto de estudiar si la puntuación obtenida en el cuestionario de creatividad científica puede ser predicha a partir de las destrezas metacognitivas, el nivel académico y el género, se efectuó un análisis de regresión múltiple. En este análisis se tomó como variable dependiente, o criterio, la puntuación en el cuestionario de creatividad científica, y como variable sin dependientes, o predictores, la puntuación de capacidad metacognitiva, el nivel académico y género. El análisis de regresión se realizó paso a paso con el método hacia atrás (*backwardstepwise*). La Tabla 3 resume el contraste de regresión (análisis de varianza) para comprobar si las variables independientes están relacionadas linealmente (influyen de forma conjunta y lineal) con la variable dependiente. Como puede verse $F(1,133) = 4.75$, con $p < .05$, por tanto el modelo de regresión es estadísticamente significativo para explicar la variable dependiente o criterio. En lo que se refiere a la bondad del ajuste, el cuadrado del coeficiente de correlación múltiple (R^2) es 0.03, que indica que las tres variables independientes o predictor es solo cuenta del 3% de la varianza de la puntuación de la creatividad científica. El 97% restante podría ser explicado por otras variables no contempladas en este trabajo y por la varianza del error.

Tabla 3. Análisis de varianza del modelo de regresión múltiple

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	Valor de F	p	R ²
Modelo	1	504,82	504,82	4,75	0,03	0,03
Error	133	14120,78	106,17	-	-	-
Total	134	14625,60	109,14	-	-	-

Los coeficientes de regresión de las três variables independientes en la ecuación de regresión se recogen en la Tabla 4. Puede observarse que tan solo hay un predictor, el nivel académico, cuyo nivel de significación es estadísticamente significativo. También se muestran los factores de inflación de la varianza, que permiten estimar el nivel de multicolinealidad entre predictores del modelo de regresión. Todos son muy poco mayores de 1, lo que revela un grado de colinealidad muy bajo.

11

Tabla 4. Coeficientes del análisis, significación y factores de inflación de la varianza

	Coef. de regresión no estandarizado	Error típico	Prueba t	p	Factor de inflación de la varianza VIF
Intersección	29,53	6,658	4,436	<,00001	-
Nivel académico	2,48	1,097	2,257	0,026	1,030
Género	2,29	1,809	1,264	0,209	1,039
Destrezas metacognitivas	-0,10	0,096	-1,046	0,298	1,022

Se ha indicado anteriormente que el análisis de regresión efectuado fue paso a paso hacia atrás (*backwardstepwise*). En el análisis *backwardstepwise*, las variables predictoras se van eliminando en el caso de que su nivel de significación exceda cierto valor (en nuestro caso, $p > .05$). En el primer paso se eliminó la variable destrezas metacognitivas y no se observó

una modificación estimable en la R^2 (pasó de 0.030 a 0.0296). Em el segundo paso se suprimió la variable género, y tampoco supuso una alteración sustancial de la R^2 (pasó de 0.0296 a 0.0273). Esto es, parece que estas variables no contribuyen de forma significativa a la explicación de la varianza de la creatividad científica. Los resultados del último paso del análisis se reflejan en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del último paso en el análisis de regresión *backwardstepwise*

	Coef. de regresión no estandarizado	Error típico	Prueba t	p
Intersección	24,08	1,315	18,319	<0,00001
Nivel académico	2,36	1,083	2,181	0,031

Se colige, pues, que la ecuación de regresión que relaciona la creatividad científica (CC) y el predictor significativo (nivel académico, NA) es $CC = 24,08 + 2,36 NA$.

Discusión y conclusiones

Destacaremos, en primer lugar, las limitaciones de este estudio. La limitación más importante tiene el origen en la naturaleza y el tamaño de la muestra. Los participantes en nuestra investigación no provienen de un muestreo aleatorio y, además, es una muestra pequeña. Por otra parte, en la variable nivel académico o nivel formación científica solo han intervenido tres niveles de educación secundaria (3º y 4º de ESO y 2º de Bachillerato, es decir, 9º, 10º y 12º grado). Como es obvio, los instrumentos empleados también tienen sus limitaciones. Así pues, todas las conclusiones que se derivan de los resultados solo pueden válidas, *sensu stricto*, para estos estudiantes y los cuestionarios utilizados.

Encuanto a las puntuaciones totales de los Estudiantes em el cuestionario de destrezas metacognitivas recogidas en la Tabla 1, de valor medio-alto, ya que suponen una media global por ítem de 3.8 puntos (recordemos que la puntuación en cada ítem va de 1 a 5 puntos), son muy parecidas a las obtenidas por estudiantes de 9º grado (3.7 puntos de puntuación promedio por ítem) em el trabajo de Sperling *et al.* (2002). Es destacable, sin embargo, el prácticamente nulo coeficiente de correlación entre destrezas metacognitivas y nivel académico y que no se vislumbra en los datos de la Tabla 1 un aumento claro de las destrezas metacognitivas com el

nivel acadêmico. Esto entra en clara contradicción con las investigaciones que evidencian un aumento de las destrezas metacognitivas medida que se avanza en los cursos de secundaria (Van der Stel, Veenman, Deelen, & Haenen, 2010; Veenman, & Spaans, 2005).

Las puntuaciones globales del cuestionario de creatividad científica pueden considerarse buenas, dado que oscilan entre los 3.2 y 4.6 puntos de puntuación media por ítem (recordemos que la puntuación máxima por cada respuesta era de 2 puntos). Pueden considerarse equivalentes a las obtenidas por Hu y Adey (2002) con estudiantes de 12 a 15 años, a pesar de que los criterios de calificación son distintos. También se observa, como en el trabajo de Hu y Adey (2002), que la creatividad científica aumenta con el nivel académico. Este resultado es asimismo coherente con el trabajo de Tabach y Friedlander (2013), en el que se muestra que la creatividad matemática crece con el nivel académico de los estudiantes de primaria y de secundaria.

En cuanto a la variable género, los valores de los coeficientes de correlación de Pearson y el análisis de regresión lineal llevado a cabo indican que su influencia sobre la creatividad científica es insignificante. Esto es, que en la educación secundaria chicos y chicas no presentan diferencias significativas en la creatividad científica, como también ocurrió en la investigación de Charyton y Snelbecker (2007), en la que examinaron los efectos del género sobre la creatividad general, creatividad artística y creatividad científica en estudiantes de música e ingeniería, y encontraron que el género no produjo diferencias estadísticamente significativas sobre la creatividad científica. Estos resultados también son congruentes con la revisión de la literatura neurocientífica y psicológica efectuada por Abraham (2019). En esta revisión, se concluye que no hay razones para sostener que puedan existir diferencias de creatividad por razón de género.

Atendiendo a los resultados del análisis de regresión, la única variable que predice de forma significativa la creatividad científica es el nivel académico de los estudiantes, es decir, la formación científica de los estudiantes. Este resultado es coincidente, como ya se ha señalado, con los resultados de Tabach y Friedlander (2013) en el caso de la creatividad matemática, y también es acorde con el trabajo de Sharma (2015), donde se constata que la mayor creatividad científica va asociada a un mejor desempeño en ciencias. Es destacable en el análisis de regresión la prácticamente nula aportación de la capacidad metacognitiva a la creatividad científica, en clara discordancia con los modelos de Pesut (1990) y Puryear

(2015). Por último, subrayar la exígua explicación de la varianza (3%) de la puntuación de la creatividad científica conseguida com lãs variables que se han puesto em juego. Parece obvio que se requiere repetir este estudio, con otros instrumentos, outra muestra u otras variables, que permitan predecir mejor la creatividad científica.

Referencias

ABRAHAM, A. Gender and creativity: an overview of psychological and neuroscientific literature. **Brain Imaging and Behavior**, v. 10, n. 2, p. 609-618, 2016.

AKTAMIS, H.; ERGIN, Ö. The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2008.

BLAMIRE, M.; PETERSON, A. Can creativity be assessed? Towards an evidence-informed framework for assessing and planning progress in creativity. **Cambridge Journal of Education**, v. 44, n. 2, p. 147-162, 2014.

BODEN, M. Creativity & knowledge. In: CRAFT, A.; JEFFERY, B.; LEIBLING, M. (Eds.). **Creativity in education**. London: London Continuum Publishing, 2001, p. 95-102.

M. BOEKAERTS, M.; CASCALLAR, E. How far have we moved toward the integration of theory and practice in self-regulation? **Educational Psychology Review**, v. 18, n. 3, p. 199–210, 2006.

CHARYTON, C.; SNELBECKER, G. E. General, artistic and scientific creativity attributes of engineering and music students. **Creativity Research Journal**, v. 19, n. 2-3, p. 213-225, 2007.

DEHAAN, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. **CBE—Life Sciences Education**, v. 8, n. 3, p. 172-181, 2009.

EPSTEIN, R. S. **Cognition, Creativity, and Behavior: Selected Essays**. Westport, CT: Praeger, 1996.

EPSTEIN, R. S.; SCHMIDT, M.; WARFEL, R. Measuring and training creativity competencies: validation of a new test. **Creativity Research Journal**, vol.20, n. 1, p. 7-12, 2008.

FELDMAN, D. H.; BENJAMIN, A. C. Creativity and education: An American retrospective. **Cambridge Journal of Education**, v. 36, n. 3, p. 319-336, 2006.

GARDNER, H. **Creating Minds: An Anatomy of Creativity Seen through the Lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Ghandi**. New York: Harper Collins, 1993.

HARGROVE, R. A.; NIETFELD, J. L. (2015) The Impact of Metacognitive Instruction on Creative Problem Solving. **The Journal of Experimental Education**, v. 83, n. 3, p. 291-318, 2015.

HU, W.; ADEY, P. A scientific creativity test for secondary school students. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p., 389-403, 2002

- JAUŠOVEC, N. Metacognition in creative problem solving. In: RUNCO, M. A. (Ed.), **Creativity research. Problem finding, problem solving, and creativity**. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1994, p.77-95.
- JEFFREY, B.; CRAFT, A. Teaching creatively and teaching for creativity: Distinctions and relationships. **Educational Studies**, v. 30, n. 1, p. 77 –87, 2004.
- KIND, P.M.; KIND, V. Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science. **Studies in Science Education**, v. 43, n. 1, p. 1–37, 2007.
- KOZBELT, A.; BEGHETTO, R. A.; RUNCO, M. A. (2010). Theories of creativity. In: KAUFMAN, J; STERNBERG, R. (Eds.), **The Cambridge Handbook of Creativity**, 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2010, p. 20-47.
- LEE, M. K.; ERDOGAN, I. The effect of science–technology–society teaching on students’ attitudes toward science and certain aspects of creativity. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 11, p. 1315-1327, 2007.
- NEWTON, L. D.; NEWTON, D. P. (2014). Creativity in 21 st-century education. **Prospects**, v. 44, n. 4, p. 575-589, 2014.
- OFFICE FOR STANDARDS IN EDUCATION. Expect the unexpected: Developing creativity in primary and secondary schools. London: HMSO, 2003.
- PESUT, D. J. Creative thinking as a self-regulatory metacognitive process: A model for education, training and further research. **The Journal of Creative Behavior**, v. 24, n. 2, p. 105–110, 1990.
- SAHLBERG, P. Rethinking accountability in a knowledge society. **Journal of Educational Change**, v. 11, n. 1, p. 45-61, 2010.
- SCHRAW, G.; CRIPPEN, K. J.; HARTLEY, K. Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. **Research in science education**, v. 36, n. 1-2, p. 111-139, 2006.
- SHARMA, N. (2015). Scientific creativity in relation to cognitive style and achievement in Science of secondary school students. **Educational Quest-An International Journal of Education and Applied Social Sciences**, v. 6, n. 1, p. 25-29, 2015.
- SHARP, C. Developing Young Children's Creativity: what can we learn from research? **Topic**, v. 32, p. 5-12, 2004.
- SPERLING, R. A.; HOWARD, B. C.; MILLER, L. A.; MURPHY, C. Measures of children's knowledge and regulation of cognition. **Contemporary Educational Psychology**, v. 27, n. 1, p. 51-79, 2002.
- TABACH, M.; FRIEDLANDER, A. School mathematics and creativity at the elementary and middle-grade levels: how are they related? **ZDM**, v. 45, n. 2, p. 227-238, 2013.



REVISTA INTERNACIONAL
DE PESQUISA EM
DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

VAN DER STEL, M.; VEENMAN, M. V.; DEELEN, K.; HAENEN, J. The increasing role of metacognitive skills in math: A cross-sectional study from a developmental perspective. **ZDM**, v. 42, n. 2, p. 219-229, 2010.

VEENMAN, M. V.; SPAANS, M. A. Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. **Learning and Individual Differences**, v. 15, n. 2, p. 159-176, 2005.

YANG, K. K.; LIN, S. F.; HONG, Z. R.; LIN, H. S. Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science inquiry. **Creativity Research Journal**, v. 28, n. 1, p. 16-23, 2016.