



Abril 2019 - ISSN: 1988-7833

CREATIVIDAD Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

CREATIVITY AND PROBLEM SOLVING IN SECONDARY EDUCATION: A FIRST APPROXIMATION

Adela Zomeño Martínez¹
azomar@alumni.uv.es

José Javier Verdugo-Perona²
Florida Universitaria
javiverpe@gmail.com

Joan Josep Solaz-Portolés³
Universitat de València
Joan.solaz@uv.es

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Adela Zomeño Martínez, José Javier Verdugo-Perona y Joan Josep Solaz-Portolés (2019): "Creatividad y resolución de problemas en la educación secundaria: una primera aproximación", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (abril 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/cccss/2019/04/creatividad-resolucion-problemas.html>

RESUMEN

Existe el convencimiento de que la escuela debe potenciar la creatividad de los estudiantes. El primer objetivo del estudio fue analizar cómo afecta la formación académica de la educación secundaria a la creatividad. La resolución de problemas y la creatividad están íntimamente ligadas desde las bases teóricas de la psicología. El segundo objetivo del estudio fue determinar la influencia de la creatividad en la resolución de un problema. En este estudio se ha administrado un cuestionario sobre creatividad y un problema de las pruebas PISA a 159 estudiantes de educación secundaria de cuatro niveles académicos diferentes. Un análisis de varianza de las puntuaciones del cuestionario sobre creatividad pone en evidencia que la creatividad no mejora con la formación académica. Además, un análisis de correlación simple muestra que las puntuaciones del cuestionario de creatividad y de la resolución del problema PISA presentan una correlación positiva y significativa entre ambas variables.

PALABRAS CLAVE: creatividad; resolución de problemas; correlación; enseñanza secundaria; formación

ABSTRACT

It is believed that the school must enhance students' creativity. The first goal of the study was to analyze how the education curriculum at the secondary level influences creativity. From theoretical bases of psychology, problem solving and creativity are closely interrelated. The second goal of the study was to examine the influence of creativity on problem solving. A questionnaire on creativity and a PISA word problem were administered to 159 secondary school students from four different academic courses. The analysis of variance of the creativity-questionnaire scores shows that creativity does not get better as the education curriculum develops. Additionally, a simple correlation analysis reveals a significant positive correlation between both, the creativity-questionnaire scores and the PISA word-problem scores.

¹ Estudiante del Máster en Formación del Profesorado

² Doctor en Didácticas Específicas, Profesor en la Unidad de Educación de Florida Universitaria

³ Doctor y Profesor Titular Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la UV

KEYWORDS: creativity; problem solving; correlation; secondary education; training

INTRODUCCIÓN

Existe un creciente interés en la creatividad y de la potenciación de la creatividad en la escuela (Newton & Newton, 2014). Sin embargo, parece que en los estudios sobre la creatividad en la educación el concepto de creatividad está lejos de ser definido con precisión (Sharp, 2004). Uno de los intentos de definirla lo realizó Gardner (1993, p. 35), quien afirmó que una persona creativa es aquella que «regularmente resuelve problemas, diseña cosas o se formula preguntas en un campo de forma novedosa (...)». La creatividad también ha sido descrita en relación con varios procesos de reflexión y de experiencias: pensamientos contrarios, analogías y metáforas, intuición, inspiración, inteligencia, representaciones mentales, percepciones específicas, planteamiento de problemas y resolución de problemas (Ryhammer & Brolin, 1999).

El concepto de creatividad está ligado íntimamente a la psicología, que ha puesto énfasis en interpretaciones cognitivas, psicométricas y de desarrollo múltiple (Kozbelt, Beghetto, & Runco, 2010), y en esquemas conceptuales que subrayan naturaleza interactiva y dinámica de la actividad creativa (Feldman & Benjamin, 2006). De acuerdo con Sternberg (2006) la creatividad depende de seis recursos: habilidades intelectuales, conocimiento, estilo de pensamiento, personalidad, motivación y entorno. Por otro lado, un nuevo enfoque de creatividad ha aparecido en la literatura, que contrasta con la habitual asociación entre creatividad y genialidad, y que se centra en el conocimiento profundo y flexible, asociado a períodos de trabajo y reflexión, y que reconoce la importancia de las experiencias y de la formación (Holyoak & Thagard, 1995).

Entre los que defienden una clara conexión entre el desarrollo de la creatividad y las intervenciones *ad hoc* en la enseñanza encontramos a Jeffrey y Craft (2004). En este sentido, un estudio llevado a cabo para identificar buenas prácticas en la promoción de la creatividad en las escuelas concluye que la creatividad de los estudiantes está asociada a la voluntad del profesorado para observar, escuchar y trabajar con los estudiantes cuando éstos quieren desarrollar sus ideas para alcanzar una determinada meta (Office for Standards in Education, 2003). De acuerdo con Blamires y Peterson (2014) los intentos de evaluar y controlar el desarrollo de la creatividad en el aula pasan por enfoques metodológicos que sitúan la creatividad integrada en pedagogías activas de aprendizaje. Destacar, por último, que la creatividad puede desempeñar un importante papel en la sociedad del conocimiento y, teniendo presente que es una habilidad que se puede desarrollar, los educadores tienen la llave para abrir el potencial creativo de sus estudiantes (Ferrari, Cachia, & Punie, 2009).

En el caso del área específica de didáctica de las ciencias, DeHaan (2009) señala que los cursos de ciencias basados en principios constructivistas que usan estrategias de indagación científica deberían ser efectivos en la promoción de la creatividad y la flexibilidad cognitiva en el caso de que los estudiantes sean explícitamente guiados en el aprendizaje de estas estrategias. En esta misma línea, Longo (2010) apunta que el aprendizaje mediante la indagación promueve la creatividad porque incrementa la motivación, la capacidad de sorpresa y la curiosidad. Además, no es nada desdeñable el hecho de que estas metodologías centradas en el estudiante favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas de alto nivel, mejoran el dominio del contenido y el razonamiento científico (Granger et al., 2012; Handelsman et al., 2004).

La resolución de problemas a partir de un enunciado escrito desempeña un papel preeminente en la educación en ciencias y matemáticas (Solaz-Portolés & Sanjosé, 2008). La resolución de estos problemas requiere que el estudiante sea capaz de construir representaciones mentales esquemático-visuales (Montagne & Applegate, 2000; Van Garderen & Montague, 2003) y de encontrar las correctas relaciones entre los elementos relevantes del texto del problema y la solución del mismo (Hegarty, Mayer, & Monk, 1995; Van der Schoot, Bakker Arkema, Horsley, & Van Lieshout, 2009). Se debe tener presente que la resolución de un problema puede llegar a implicar procesos mentales complejos que no estén vinculados a áreas de conocimiento específicas (Funke, 2001). En el estudio de Greiff, Holt y Funke (2013) se ofrecen diferentes enfoques para evaluar la habilidad en la resolución de problemas.

La creatividad es uno de los elementos esenciales en la resolución de problemas (Runco, 2004) y, a su vez, la resolución de problemas en contextos de aprendizaje de carácter indagativo puede desarrollar las

capacidades creativas (Silver, 1997). Se hace necesario distinguir aquí entre los problemas que están claramente definidos y estructurados, y los que pueden ser imprecisos, poco definidos y ambiguos. Los primeros son los más utilizados en las aulas de los distintos niveles académicos y pueden ser resueltos mediante el acceso al conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo y/o por aplicación de procedimientos algorítmicos reestablecidos (Lubart & Mouchiroud, 2003). En estos problemas se hace uso casi exclusivo del hemisferio izquierdo del cerebro, en cambio, en los segundos, que requieren de un proceso de resolución creativo, se emplea la totalidad del cerebro y el pensamiento iterativo (Lumsdaine & Lumsdaine, 1994). Wood (2006) señala las ventajas que, en didáctica de las ciencias, tienen los problemas creativos: permiten abordar problemas más reales, se estimula el ingenio de los estudiantes y permiten observar los beneficios del trabajo cooperativo. Como es previsible, no todos los problemas son del tipo de los primeros (que llamaremos a partir de ahora rutinarios) o de los segundos (que se suelen llamar problemas creativos), hay problemas intermedios. De hecho, Johnstone (1998) ofrece una clasificación de los problemas basada tres variables dicotómicas: datos (completos/incompletos), metodología o procedimiento de resolución (familiar/ no familiar), objetivo (determinado/abierto). Un problema rutinario tendría datos completos, un procedimiento de resolución familiar y un objetivo determinado. Un problema creativo puro proporciona datos incompletos, necesita de un procedimiento de resolución no familiar y un objetivo abierto.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS

De lo dicho anteriormente se deduce que el fomento de la creatividad en el aula, con independencia de la disciplina, debería ser una prioridad curricular porque lo demanda sociedad del conocimiento. También se ha visto que las metodologías de enseñanza de aprendizaje centradas en el estudiante y basadas en actividades de carácter indagativo parecen ser un buen camino en la introducción de la creatividad y, por ende, aumentan la motivación de los estudiantes. Dicho de otro modo, el uso de metodologías tradicionales, centradas en el profesor y basadas en la transmisión verbal de conocimientos no ayuda demasiado al desarrollo creativo del estudiante.

Sería interesante conocer si realmente nuestros estudiantes durante la educación secundaria han podido desarrollar capacidades creativas si, como es bien sabido, las metodologías centradas en el estudiante no suelen ser habituales en nuestras aulas (Solbes et al., 2013). Si consideramos que el fundamento del desarrollo de la creatividad en las aulas es el uso de metodologías activas, en las que el estudiante construye sus conocimientos, nuestra primera hipótesis es:

H1.-La creatividad de los estudiantes de secundaria no mejorará significativamente a lo largo de la educación secundaria.

En cuanto a la resolución de problemas en el aula y la creatividad, se ha señalado que en los contextos educativos usuales los problemas que se resuelven suelen tener unas pautas de resolución que dejan poco margen a la creatividad. No obstante, es poco conocido si realmente influye la creatividad de los estudiantes en la resolución de un problema diferente de los que habitualmente se llevan a cabo en el aula, como puede ser un problema de las pruebas PISA (Hernández, 2006). Teniendo en cuenta la relevancia de la creatividad sobre la resolución de problemas no algorítmicos o no rutinarios, señalada por algunos investigadores, nuestra segunda hipótesis es:

H2.-Los estudiantes de secundaria con mayor nivel de creatividad tendrán mayor éxito en la resolución de problemas tipo PISA; esto es, existirá una correlación positiva y significativa entre ambas variables.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño experimental

Se trata de un diseño “no experimental” transversal de un factor, el nivel académico (o curso académico de la educación secundaria). Las variables dependientes son el nivel de creatividad y el desempeño en la resolución de un problema tipo PISA.

2.2. Sujetos participantes

Han participado 159 estudiantes de ambos sexos de un centro educativo público de educación secundaria de Valencia (España), de los cuales 79 son de Educación Secundaria Obligatoria (ESO, período obligatorio de escolarización en España de cuatro cursos, que va desde los 12 a los 16 años), y 80 son de Bachillerato

científico-técnico (período educativo no obligatorio que va de los 16 a los 18 años). En concreto, 32 son de 2º de ESO (14 años), 47 de 3º de ESO (15 años), 46 de 1º de Bachillerato (17 años) y 34 de 2º de Bachillerato (18 años).

No se realizó un muestreo aleatorio, sino que se trata de una muestra de conveniencia accesible. En consecuencia, los resultados obtenidos de este trabajo no se pueden extrapolar a toda la población estudiantil.

2.3. Instrumentos

Para la medida de creatividad se ha adaptado y traducido al castellano un cuestionario propuesto y validado por Basadur y Hausford (1996). Este cuestionario mide en realidad actitudes hacia la creatividad, pero, como apuntan los autores, esas actitudes pueden indicar el potencial para actuar de forma creativa. Teniendo en cuenta que el cuestionario iba dirigido a estudiantes de administración de empresas, en la adaptación simplemente se han cambiado los términos que hacían referencia al mundo de la empresa o de los negocios, por otros relacionados con el aula o los procesos de enseñanza/aprendizaje. Se dio a leer antes de su administración, en primer lugar, a dos profesores universitarios y, posteriormente, se puso a prueba su legibilidad con estudiantes de secundaria de cursos diferentes. Este último paso dio lugar a la introducción de unas modificaciones mínimas en el cuestionario.

La versión final del cuestionario consta de 24 ítems, y utiliza una escala tipo Likert de cinco niveles que van desde «Nunca», que tiene valor 1, hasta «Siempre», que tiene valor 5. Por la formulación que tienen los ítems 2, 4, 18, 20 y 24, su puntuación se debe efectuar de forma invertida (esto es, «Nunca» puntúa 5 y «Siempre» puntúa 1). En el Anexo 1 puede verse el cuestionario completo.

El análisis psicométrico efectuado por Basadur y Hausford (1996) reveló la existencia de cuatro factores en el cuestionario. Los factores, referidos a los procesos de enseñanza/aprendizaje, e ítems vinculados a ellos (entre paréntesis) son:

- Factor 1: Valoración de las ideas novedosas (1, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 20, 23 y 24)
- Factor 2: Estereotipos de las personas creativas (2, 6 y 10)
- Factor 3: Relevancia en el aula de las ideas novedosas (3, 7, 18 y 21)
- Factor 4: Disposición para formular ideas novedosas (12, 14, 16 y 22)

Para medir la capacidad de resolución de problemas no rutinarios se suministró un problema de las pruebas PISA del año 2003 (Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo [INECSE], 2005). Los problemas PISA están diseñados para estudiantes de educación secundaria de alrededor de 15 años, independientemente del itinerario académico que cursen. En el Anexo 2 se muestra el problema utilizado, así como la forma de evaluarlo. El problema tiene dos preguntas. La primera sólo puede ser puntuada con 0 o 3 puntos. La segunda puede ser calificada con 0, 1, 2 o 3 puntos.

2.4. Procedimiento.

Los instrumentos se administraron en una sesión de clase normal y, en promedio, su cumplimentación no ocupó más allá de 45 minutos. Primero se contestó al cuestionario de medida de la creatividad, después se resolvió el problema PISA.

Para calcular la puntuación total del cuestionario se han sumado las puntuaciones de los 24 ítems. Tras la suma, se ha calculado la puntuación en una escala 0-10 puntos. Una vez obtenidos estos datos se realiza el promedio de todos ellos para calcular la puntuación total promedio de cada cuestionario en cada nivel académico. En el caso del problema PISA, su calificación se ajustó a los criterios exactos que dictaminan las pruebas y que se pueden encontrar en INECSE (2005, p. 28) el procedimiento es el mismo, pero teniendo en cuenta que en este caso la puntuación individual de la prueba es de 0 a 6 puntos (que posteriormente se transforma a escala 0-10 puntos).

3. RESULTADOS

En primer lugar, se determinó la fiabilidad del cuestionario mediante el cálculo del coeficiente de fiabilidad alfa de Cronbach, que resultó ser 0.99, y que puede considerarse muy bueno (Barrios & Cosculluela, 2013). En la Tabla 1 aparecen los coeficientes de correlación producto-momento de Pearson entre los cuatro

factores del cuestionario, que muestran una muy alta, significativa y positiva asociación entre ellos, coherente con la elevada consistencia interna mostrada por el cuestionario.

Tabla 1. Coeficientes de correlación producto-momento de Pearson entre los factores del cuestionario sobre creatividad

	Valoración de la ideas novedosas	Estereotipos de las personas creativas	Relevancia en el aula de las ideas novedosas	Disposición para formular ideas novedosas
Valoración de la ideas novedosas	1	0.99*	0.98*	0.99*
Estereotipos de las personas creativas		1	0.98*	0.99*
Relevancia en el aula de las ideas novedosas			1	0.97*

*p<.001 (g.l.=148)

A continuación, se ofrece en la Tabla 2 la puntuación media en una escala de 0 a 10 puntos (y desviación estándar) obtenida en el cuestionario sobre creatividad

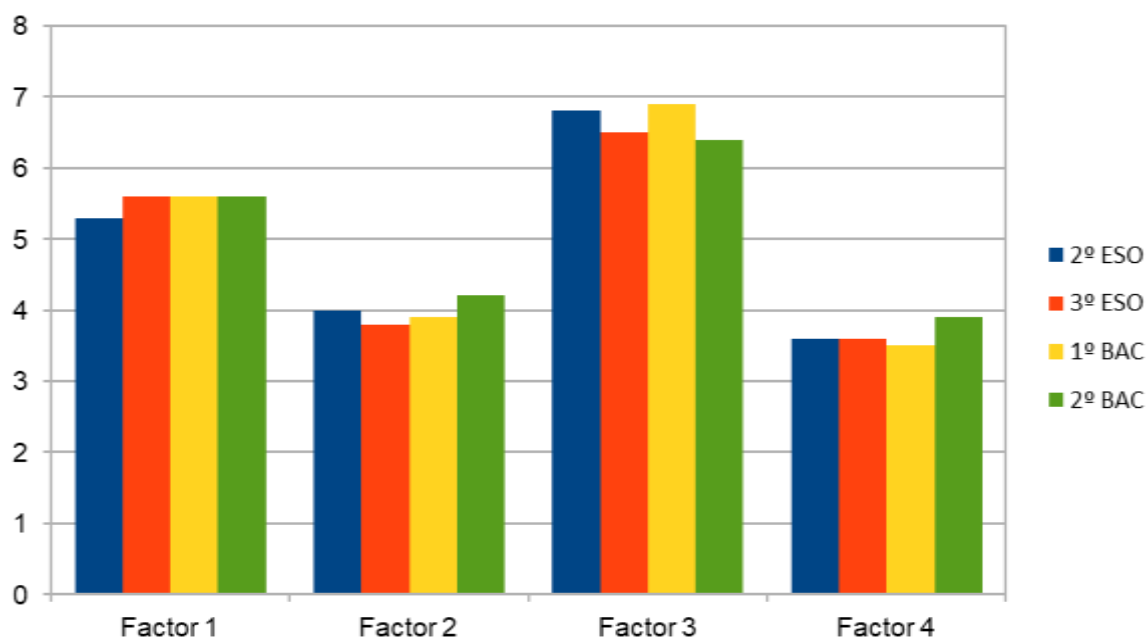
Tabla 2. Puntuación promedio y desviación estándar en el cuestionario de creatividad de acuerdo con el nivel académico de los estudiantes. Escala de 0 a 10 puntos.

Nivel académico	Puntuación promedio	Desviación estándar
2º ESO (14 años)	5.95	2.20
3º ESO (15 años)	5.78	2.32
1º Bachillerato (17 años)	5.93	2.08
2º Bachillerato (18 años)	5.95	2.07

Como puede observarse, la opinión de los estudiantes sobre la importancia de la creatividad en el entorno educativo es bastante uniforme a lo largo de la educación secundaria, y la podríamos calificar de «valor medio».

En la Figura 1 se muestran las puntuaciones promedio obtenidas en cada uno de los cuatro factores del cuestionario sobre creatividad, en función del nivel académico. A destacar, de nuevo, las escasas diferencias de puntuación entre niveles académicos en todos los factores. Por otro lado, es notable la puntuación alcanzada en el Factor 3, Relevancia en el aula de las ideas novedosas, donde los estudiantes ponen de manifiesto la importancia de introducir ideas nuevas en los procesos de enseñanza/aprendizaje en el aula. Asimismo, no podemos dejar de señalar las puntuaciones bajas en los Factores 2 y 4. El Factor 2 hace referencia a las creencias de los estudiantes sobre las personas creativas. El Factor 4 incide en la motivación del estudiante hacia la formulación de ideas en el contexto educativo. Por su parte, el Factor 1 muestra que la importancia general otorgada por los participantes a la creatividad supera el valor intermedio en la escala, pero no se puede considerar alta.

Figura 1. Representación gráfica de la puntuación promedio de cada nivel académico en cada uno de los cuatro factores del cuestionario sobre creatividad.



En la Tabla 3 aparece la puntuación media en una escala de 0 a 10 puntos (y desviación estándar) conseguida en la prueba de resolución de problemas en cada uno de los niveles académicos.

Tabla 3. Puntuación promedio y desviación estándar en el problema tipo PISA de acuerdo con el nivel académico de los estudiantes. Escala de 0 a 10 puntos.

Nivel académico	Puntuación promedio	Desviación estándar
2º ESO (14 años)	3.38	3.20
3º ESO (15 años)	4.72	4.13
1º Bachillerato (17 años)	7.86	3.03
2º Bachillerato (18 años)	8.73	2.64

Como era previsible, la Tabla 3 evidencia que la puntuación obtenida en la prueba de resolución del problema PISA depende mucho del nivel académico. Los estudiantes de niveles superiores lo resuelven sin muchas dificultades, al contrario de lo que ocurre en los niveles inferiores.

El test de Shapiro-Wilk aplicado a las puntuaciones del cuestionario y a la prueba de resolución del problema en cada nivel académico conduce a valores de los niveles de significación, p , que siempre están por encima de 0,05. En consecuencia, en todos los casos se puede rechazar la hipótesis nula y puede considerarse que todas las puntuaciones siguen una distribución normal.

Se llevó a cabo un primer análisis de varianza (ANOVA) simple tomando como variable intersujetos el nivel académico (con cuatro niveles: 2º y 3º de ESO, y 1º y 2º de Bachillerato), y como variable dependiente la puntuación total del cuestionario sobre creatividad. Los resultados de este ANOVA revelan que la variable nivel académico no genera diferencias significativas en la puntuación del cuestionario, ($F(3,155) = 0.34$, $p=0.80$).

En un segundo ANOVA simple realizado tomando nuevamente como variable intersujetos el nivel académico (con cuatro niveles: 2º y 3º de ESO, y 1º y 2º de Bachillerato), y como variable dependiente la puntuación en la prueba de resolución de problemas, se observó la influencia significativa del nivel académico en la puntuación de la prueba de resolución de problemas con un tamaño del efecto grande, ($F(3, 155) = 33.49$,

$p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.39$). Además, la aplicación de pruebas *post hoc* evidencia diferencias significativas de puntuación en la prueba de resolución de problemas entre 2º de la ESO y 1º de Bachillerato, 2º de la ESO y 2º de Bachillerato, 3º de la ESO y 1º de Bachillerato, y 3º de la ESO y 2º de Bachillerato ($p < 0.01$ en todos los casos).

Por último, se determinó el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson entre las puntuaciones del cuestionario sobre creatividad y las puntuaciones en la prueba de resolución del problema PISA: $r = 0.56$, $p < 0.001$ (g.l.=148). Esto es, existe una correlación positiva y estadísticamente significativa entre ambas variables. Además, dado que $r^2 = 0.31$, la proporción de varianza compartida entre ambas variables es justamente 0.31.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Comenzaremos por señalar las limitaciones del presente estudio, que se centran en la muestra empleada, pequeña y de conveniencia, y en los instrumentos empleados. El instrumento utilizado para la medida de la creatividad permite tan sólo recoger las ideas o las creencias que expresan los estudiantes. Por tanto, no estamos realizando una medida directa de la creatividad mostrada por los estudiantes ante una situación o problema concreto. En relación con el otro instrumento empleado, un problema PISA, no puede considerarse un problema «creativo» en sentido puro, tal y como se refleja en la literatura (Wiley, 1998). Es decir, no es un problema cuya resolución requiera de un enfoque totalmente novedoso o del que se desconozcan totalmente procedimientos de llegar a su solución. Por todo ello, las conclusiones obtenidas sólo pueden considerarse válidas para los sujetos que han intervenido en el estudio, con los instrumentos empleados en él.

A tenor de los datos reflejados en la Tabla 1 puede afirmarse que el nivel de creatividad que muestran los estudiantes es más bien mediocre y, desde luego, no sería la esperable para los ciudadanos del siglo XXI. Por otra parte, del ANOVA realizado con las puntuaciones del cuestionario sobre creatividad, parece poder concluirse que la formación académica durante la educación secundaria no mejora la creatividad. Dicho de otro modo, la formación académica no tiene influencia alguna sobre la creatividad. En consecuencia, se puede considerar validada nuestra primera hipótesis:

H1.-La creatividad de los estudiantes de secundaria no mejorará significativamente a lo largo de la educación secundaria.

Por otro lado, la Figura 1 pone de relieve lo que puede ser considerada una contradicción, ya que los estudiantes valoran bastante las ideas novedosas en el aula, pero ellos mismos no tienen la voluntad de formular dichas ideas y tienen una visión deformada de las personas creativas.

Los resultados del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson entre las puntuaciones del cuestionario sobre creatividad y de la prueba de resolución del problema PISA, corroboran el enunciado de la segunda hipótesis:

H2.-Los estudiantes de secundaria con mayor nivel de creatividad tendrán mayor éxito en la resolución de problemas tipo PISA. Esto es, existirá una correlación positiva y significativa entre ambas variables.

Además, el cuadrado del coeficiente de correlación nos indica que casi un tercio de la puntuación de la prueba de resolución del problema es debido a la creatividad. Esta proporción puede considerarse elevada, ya que, por ejemplo, en otro estudio la suma de tres predictores (conocimiento previo, estrategias de estudio y conocimiento de conceptos) en un análisis de regresión múltiple tuvo una proporción similar (Solaz-Portolés & Sanjosé, 2006).

Como corolario de este modesto estudio puede decirse que se hace necesario introducir en las aulas de secundaria enfoques de enseñanza/aprendizaje que promuevan la creatividad. Los resultados de la investigación educativas evidencian que, al menos en las disciplinas científicas, el desarrollo de la creatividad puede conseguirse con una metodología de enseñanza basada en la indagación (De Haan, 2009). En este modelo, los estudiantes tienen un papel activo, trabajan en grupo y, tomando como partida preguntas formuladas por los estudiantes (convenientemente reorientadas por el profesor), se involucran en procesos de investigación, donde diseñan experimentos, interpretan los resultados y obtienen conclusiones que comunican y evalúan (Aguilera et al., 2018). Como es obvio, en esta metodología se fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación.

5. REFERENCIAS

- Aguilera, D., Martín, T., Valdivia, V., Ruiz, Á., Williams, L., Vílchez, J. M. & Perales, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-274.
- Barrios, M., y Cosculluela, A. (2013). Fiabilitat. En Barrios Cerrejón, M., Bonillo Martín, A., Cosculluela Mas, A., Lozano Fernández, L. M., Turbany Oset, J. & Valero Ventura, S. (2013), *Psicometria*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de <http://femrecerca.cat/menases/files/psicometria-cat-2013.pdf>
- Basadur, M. & Hausdorf, P. A. (1996). Measuring divergent thinking attitudes related to creative problem solving and innovation management. *Creativity Research Journal*, 9(1), 21-32.
- Blamires, M. & Peterson, A. (2014). Can creativity be assessed? Towards an evidence-informed framework for assessing and planning progress in creativity. *Cambridge Journal of Education*, 44(2), 147-162.
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), 172-181.
- Feldman, D. H. & Benjamin, A. C. (2006). Creativity and education: An American retrospective. *Cambridge Journal of Education*, 36(3), 319-336.
- Ferrari, A., Cachia, R. & Punie, Y. (2009). Innovation and creativity in education and training in the EU member states: Fostering creative learning and supporting innovative teaching. European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies Technical Note, 52374, 64. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a3ef/167f692a3da0013689e183d828432dd3756e.pdf>
- Funke, J. (2001). Dynamic systems as tools for analysing human judgment. *Thinking & Reasoning*, 7(1), 69–89. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/13546780042000046>
- Gardner, H. (1993). *Creating Minds: An Anatomy of Creativity Seen through the Lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Ghandi*. New York: Harper Collins.
- Granger, E. M., Bevis, T. H., Saka, Y., Southerland, S. A., Sampson, V. & Tate, R. L. (2012). The efficacy of student-centered instruction in supporting science learning. *Science*, 338(6103), 105-108.
- Greiff, S., Holt, D. & Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in cognitive research and educational assessment: analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving (The)*, 5, 71-91.
- Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., ... Wood, W. B. (2004). *Scientific teaching*. *Science*, 304, 521-522.
- Hegarty, M., Mayer, R. E. & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87, 18–32. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.87.1.18>
- Hernández, F. (2006). El informe PISA: una oportunidad para replantear el sentido del aprender en la escuela secundaria. *Revista de educación*, número extraordinario, 357-379.
- Holyoak, K. J.; Thagard, P. (1995). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press
- Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo [INECSE] (2005). Pruebas de matemáticas y de solución de problemas. Madrid: INECSE, Ministerio de Educación y Ciencia. <http://www.mecd.gob.es/dctm/evaluacion/internacional/pisa2003liberados.pdf?documentId=0901e72b801106c6>
- Jeffrey, B. & Craft, A. (2004). Teaching creatively and teaching for creativity: Distinctions and relationships. *Educational Studies*, 30, 77 –87. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/0305569032000159750>

- Johnstone, A. H. (1998). *Learning through problem solving*. En D. Rafferty y S. Sleight (Eds.), *Problem Solving in Analytical Chemistry* (pp. v-viii). London: The Royal Society of Chemistry.
- Kozbelt, A., Beghetto, R. A. & Runco, M. A. (2010). *Theories of creativity*. En J. Kaufman & R. Sternberg (Eds.), *The Cambridge handbook of creativity*, 2nd ed. (pp. 20–47). Cambridge: Cambridge University Press.
- Longo, C. (2010). *Fostering creativity or teaching to the test? Implications of state testing on the delivery of science instruction*. *The Clearing House*, 83(2), 54-57.
- Lubart, T. I. & Mouchiroud, C. (2003). *Creativity: A source of difficulty in problem solving*. En Janet E. Davidson & Robert J. Sternberg (Eds.), *The Psychology of Problem Solving*, (127–148). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lumsdaine, E. & Lumsdaine, M. (1994). Creative problem solving. *IEEE Potentials*, 13(5), 4-9.
- Montague, M. & Applegate, B. (2000). Middle school students' perceptions, persistence, and performance in mathematical problem solving. *Learning Disability Quarterly*, 23, 215–227. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1511165>
- Newton, L. D. & Newton, D. P. (2014). Creativity in 21 st-century education. *Prospects*, 44(4), 575-589.
- Office for Standards in Education (2003). *Expect the unexpected: Developing creativity in primary and secondary schools*. London: HMSO.
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687. doi:10.1146/annurev.psych.55.090902.141502
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75-80.
- Ryhammar, L. & Brodin, C (1999). Creativity research: historical considerations and main lines of development. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 43(3), 259-273.
- Sharp, C. (2004). Developing Young Children's Creativity: what can we learn from research? *Topic*, 32, 5-12. Recuperado de <https://www.nfer.ac.uk/media/1327/55502.pdf>
- Solaz Portolés, J. J. & Sanjosé, V. (2006). ¿Podemos predecir el rendimiento de nuestros alumnos en la resolución de problemas? *Revista de Educación*, 339, 693-710.
- Solaz-Portolés, J. J. & Sanjosé, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis: revista internacional de investigación en educación*, 1(1), 147-162.
- Solbes, J., Domínguez-Sales, M. C., Fernández-Sánchez, J., Furió, C., Cantó, J. R. & Guisasola, J., (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 27, 155-178.
- Sternberg, R. J. (2006). The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, 18, 87–88. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1207/s15326934crj1801_10
- Van der Schoot, M., Bakker Arkema, A. H., Horsley, T. M. & Van Lieshout, E. D. C. M. (2009). The consistency effect depends on markedness in less successful but not successful problem solvers: An eye movement study in primary school children. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 58–66. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.07.002>.
- Van Garderen, D. & Montague, M. (2003). Visual–spatial representation, mathematical problem solving, and students of varying abilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18, 246–254. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1111/1540-5826.00079>.
- Wiley, J. (1998). Expertise as mental set: The effects of domain knowledge in creative problem solving. *Memory & cognition*, 26(4), 716-730.
- Wood, C. (2006). The development of creative problem solving in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 96-113.

Anexo 1. Cuestionario sobre creatividad (adaptado a partir del original de Basadur y Hausdorf (1996))

Lee atentamente el siguiente cuestionario y responde con sinceridad.

	MUY EN DESACUERDO 1	EN DESACUERDO 2	INTERMEDIO 3	DE ACUERDO 4	MUY DE ACUERDO 5
1. A menudo se me ocurren ideas basadas en las ideas de otras personas	1	2	3	4	5
2. Las personas creativas parece que tengan la cabeza revuelta*	1	2	3	4	5
3. Las ideas son fundamentales para seleccionar la manera más eficaz de resolver un problema, y por tanto no deben dejarse de lado.	1	2	3	4	5
4. Las nuevas ideas rara vez funcionan*	1	2	3	4	5
5. Mucha gente no “abre su mente” a todas las posibles alternativas para solucionar un problema	1	2	3	4	5
6. La gente verdaderamente creativa tiene una vida inusual	1	2	3	4	5
7. En los centros educativos, el profesorado debe fomentar las nuevas ideas para demostrar que están dispuestos a llevarlas a cabo	1	2	3	4	5
8. A veces me avergüenza comentar mis ideas locas. La gente se ríe y cree que no pienso con claridad	1	2	3	4	5
9. Disfruto con el reto de encontrar nuevas formas para resolver un problema	1	2	3	4	5
10. Las personas creativas no son organizadas	1	2	3	4	5
11. Algunas personas me sorprenden con sus nuevas ideas	1	2	3	4	5
12. No tengo mucho tiempo para pensar en ideas atrevidas, estoy muy ocupado estudiando para sacar buenas notas	1	2	3	4	5
13. Muchas de las innovaciones aparecen debido a necesidades o problemas	1	2	3	4	5
14. ¿Por qué todo el mundo habla de las ideas? A mí me gusta la forma actual de resolver los problemas en clase.	1	2	3	4	5
15. Me entusiasmo mucho cuando se me ocurre una nueva idea	1	2	3	4	5
16. Las ideas solo son importantes si nos ayudan a resolver una gran cantidad de problemas de manera rápida	1	2	3	4	5
17. Todas las personas tienen ideas creativas de vez en cuando	1	2	3	4	5
18. La idea del profesor es siempre la mejor ya que proviene de una perspectiva más amplia*	1	2	3	4	5
19. Las ideas que parecen una locura pueden conducir a algo	1	2	3	4	5
20. Escuchar las ideas de otras personas es una pérdida de tiempo*	1	2	3	4	5
21. Los cambios productivos son buenos para la evolución de los centros educativos. Las nuevas ideas promueven los cambios. Por lo tanto, las nuevas ideas son importantes para el desarrollo de la educación	1	2	3	4	5

22.Si todo el mundo aportase ideas nadie estudiaría	1	2	3	4	5
23.Cuantos más problemas tenga que afrontar, más desarrollaré mi intelecto	1	2	3	4	5
24.Solo las personas inteligentes y capacitadas tienen buenas ideas*	1	2	3	4	5

*Ítems cuya puntuación debe ser invertida

Anexo 2. Problema de las pruebas PISA (INECSE, 2005)

Caminar



La foto muestra las huellas de un hombre caminando. La longitud del paso P es la distancia entre los extremos posteriores de dos huellas consecutivas.

Para los hombres, la fórmula da una relación aproximada entre n y P donde:

- n = número de pasos por minuto
- P = longitud del paso en metros

PREGUNTA 1: CAMINAR

Si se aplica la fórmula a la manera de caminar de Enrique y éste da 70 pasos por minuto, ¿cuál es la longitud del paso de Enrique? Muestra tus cálculos

PREGUNTA 2: CAMINAR

Bernardo sabe que sus pasos de 0,80 metros. El caminar de Bernardo se ajusta a la fórmula. Calcula la velocidad a la que anda Bernardo en metros por minuto y en kilómetros por hora. Muestra tus cálculos.